ATTI

DELLA

ACCADEMIA GIOENIA

DI SCIENZE NATURALI

IN CATANIA

ANNO LXXVI

1899

SERIE QUARTA

VOLUME XII.

CATANIA
C. GALÀTOLA, EDITORE
1899.

ATTI

DELLA

ACCADEMIA GIOENIA

DI SCIENZE NATURALI

IN CATANIA

ANNO LXXVI

1899

SERIE QUARTA

VOLUME XII.

CATANIA
C. GALÀTOLA, EDITORE
1899.

Accademia Gioenia di Scienze Naturali
IN CATANIA

Cariche Accademiche per l'anno 1898-99

UFFICIO DI PRESIDENZA

RICCÒ Cav. Prof. ANNIBALE — *Presidente*

CLEMENTI Comm. Prof. GESUALDO — *Vice-Presidente*

GRIMALDI Cav. Prof. GIOVAN PIETRO — *Segretario*

GRASSI Cav. Prof. GIUSEPPE — *vice-segretario per la sezione di Scienze fisiche e matematiche.*

FELETTI Prof. Dott. RAIMONDO — *vice-segretario per la sezione di Scienze naturali.*

CONSIGLIO DI AMMINISTRAZIONE

BERRETTA Uff. Prof. PAOLO

ARDINI Prof. Dott. GIUSEPPE

CAPPARELLI Uff. Prof. ANDREA

PENNACCHIETTI Prof. Dott. GIOVANNI

CAFICI Rev. P. D. GIOVANNI — *Cassiere*

RONSISVALLE Cav. Prof. MARIO — *Bibliotecario.*

Elenco nominativo dei Soci Onorari, Effettivi e Corrispondenti

Soci Onorari

NOMINATI DOPO L' APPROVAZIONE DEL NUOVO STATUTO

Gemmellaro comm. prof. Gaet. Giorgio
Chaix prof. Emilio
Macaluso comm. prof. Damiano
Cannizzaro gr. uff. prof. Stanislao
Mosso comm. prof. Angelo
Blaserna comm. prof. Pietro
Villari comm. prof. Emilio
Beltrami comm. prof. Eugenio
Naccari uff. prof. Andrea
Stüver comm. prof. Giovanni
Ròiti uff. prof. Antonio
Cerruti gr. uff. prof. Valentino
Berthelot prof. Marcellino
Rowland prof. Enrico
Grassi cav. prof. Battista

Soci Effettivi

1. **Cafici** rev. p. d. Giovanni
2. **Berretta** uff. prof. Paolo
3. **Ardini** prof. Giuseppe
4. **Tomaselli** comm. prof. Salvatore
5. **Clementi** comm. prof. Gesualdo
6. **Orsini Faraone** prof. Angelo
7. **Ronsisvalle** cav. prof. Mario
8. **Basile** prof. Gioachino
9. **Capparelli** uff. prof. Andrea
10. **Mollame** cav. prof. Vincenzo
11. **Aradas** cav. prof. Salvatore
12. **Di Sangiuliano** march. gr. uff. Ant.
13. **Ughetti** cav. prof. Giambattista
14. **Fichera** uff. prof. Filadelfo
15. **Chizzoni** prof. Francesco
16. **Feletti** prof. Raimondo
17. **Pennacchietti** prof. Giovanni
18. **Petrone** uff. prof. Angelo
19. **Riccò** cav. prof. Annibale
20. **Curci** cav. prof. Antonio
21. **Bucca** prof. Lorenzo
22. **Grimaldi** cav. prof. Giov. Pietro
23. **Grassi** cav. prof. Giuseppe
24. **Di Mattei** cav. prof. Eugenio
25. **Baccarini** cav. prof. Pasquale
26. **Mingazzini** cav. prof. Pio
27. **D' Abundo** prof. Giuseppe
28. **Andreocci** prof. Amerigo
29. **Lauricella** prof. Giuseppe
30. . . . .

Soci Effettivi

DIVENUTI CORRISPONDENTI PER ALLONTANAMENTO DI RESIDENZA

Speciale prof. Sebastiano
Stracciati prof. Enrico
Peratoner prof. Alberto
Chiarleoni prof. Giuseppe
Leonardi comm. avv. Giovanni *
Ricciardi uff. prof. Leonardo

Soci Corrispondenti

NOMINATI DOPO L'APPROVAZIONE DEL NUOVO STATUTO

Pellizzari prof. Guido
Maggi prof. Giovanni Antonio
Martinetti prof. Vittorio
Meli prof. Romolo
Papasogli prof. Giorgio
Condorelli Francaviglia dott. Mario
Pisani dott. Rocco
Bassani prof. Francesco
Gaglio prof. Gaetano
Moscato dott. Pasquale
Guzzardi dott. Michele
Alonzo dott. Giovanni
Distefano dott. Giovanni
Cozzolino prof. Vincenzo
Magnanini prof. Gaetano
Sella dott. Alfonso
Pagliani prof. Stefano
Chistoni prof. Ciro
Galitzine Principe B.
Battelli prof. Angelo
Guglielmo prof. Giovanni
Volterra prof. Vito
Cardani prof. Pietro
Garbieri prof. Giovanni
Giannetti prof. Carlo
Cervello prof. Vincenzo
Albertone prof. Pietro
La Monaca dott. Silvestro
Luciani prof. Luigi
Zona prof. Temistocle
Bazzi prof. Eugenio
Chirone prof. Vincenzo
Marselli prof. Enrico
Raffo dott. Guido
Materazzo dott. Giuseppe
Borzì prof. Antonino
Falco dott. Francesco
Del Lungo dott. Carlo
Capellini prof. Giovanni
Righi prof. Augusto
Giovannozzi prof. Giovanni
Kohlrausch prof. Giovanni
Zambacco dott. N.
Donati prof. Luigi
Viedemann prof. Eilhard
Marchesano prof. Vincenzo
De Heen prof. P.
Pernice prof. Biagio
Caldarera dott. Gaetano
Salamone Marino prof. Salvatore
Pandolfi dott. Eduardo
Lo Bianco dott. Salvatore
Guzzanti cav. Corrado
Valenti prof. Giulio
Maiorana dott. Quirino

* Divenuto socio corrispondente per dimissione del grado di effettivo.

Memoria I.

Su alcuni derivati clorurati del triossimetilene

G. GRASSI e C. MASELLI.

I.

Idrato di triossimetilene o di-ossi-metilale.

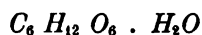
Nessuno sin' oggi è arrivato a dimostrare la grandezza molecolare del polimero che si separa, mediante aggiunta di acido solforico, dalla soluzione acquosa concentrata di formaldeide. Tollens e Meyer (1) tentarono potere pervenire allo scopo servendosi del metodo crioscopico ; ma i risultati ch' essi ebbero colla soluzione acquosa, non sono in vero molto soddisfacenti; pur tuttavia concentrando la soluzione di formaldeide in presenza di acido solforico, oppure evaporando questa su bagnomaria, riuscirono ad isolare un nuovo polimero che presentava la proprietà caratteristica di essere solubile nell' acqua. Dal complesso delle loro esperienze poterono venire alle seguenti conclusioni :

1. Che nelle soluzioni acquose diluite esiste della formaldeide monomolecolare.

2. Che in quelle concentrate si contiene un polimero solubile *(paraformaldeide).*

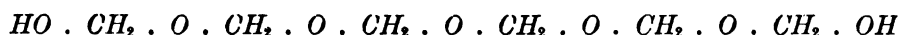
3. Che esiste inoltre un polimero solido insolubile *(l' ossimetilene* o *metaformaldeide).*

Fu Lösekann (2) per il primo che nel 1890 dimostrò l' esistenza dell' *idrato di esaossimetilene* rispondente alla formola

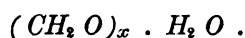
$$C_6 H_{12} O_6 \,.\, H_2O$$

(1) Ber. XXI, p. 1566, 2026 e 3503.

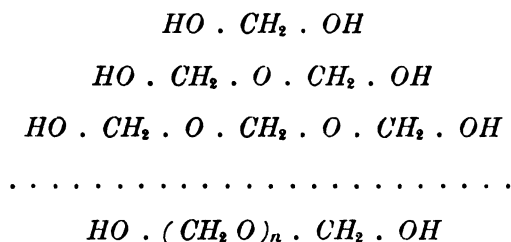
(2) Chem. Zeit. XIV, 1408 (1890).

ovvero:

$$HO \,.\, CH_2 \,.\, O \,.\, CH_2 \,.\, O \,.\, CH_2 \,.\, O \,.\, CH_2 \,.\, O \,.\, CH_2 \,.\, O \,.\, CH_2 \,.\, OH$$

e ne dedusse che al comune triossimetilene (metaformaldeide di Tollens e Meyer) si dovesse assegnare la formola $C_6\,H_{12}\,O_6$.

Però questa sostanza, insolubile nei comuni solventi e che in commercio va col nome di triossimetilene, secondo Delépine (1) non è il polimero anidro (esa-ossimetilene), ma risulta dalla miscela di una serie di polimeri idrati che propone chiamare *paraformaldeide* ed a cui attribuisce la formola generale:

$$(CH_2\,O)_x \,.\, H_2\,O\,.$$

Egli fondandosi sui risultati calorimetrici, opina che derivino dalla disidratazione successiva del glicol metilenico, il quale si ammette debba formarsi quando l' aldeide formica monomolecolare si scioglie nell' acqua, e ne rappresenta la genesi col seguente schema:

$$HO \,.\, CH_2 \,.\, OH$$
$$HO \,.\, CH_2 \,.\, O \,.\, CH_2 \,.\, OH$$
$$HO \,.\, CH_2 \,.\, O \,.\, CH_2 \,.\, O \,.\, CH_2 \,.\, OH$$
. . . .
$$HO \,.\, (CH_2\,O)_n \,.\, CH_2 \,.\, OH$$

Secondo Delépine, l'idrato fondamentale ed i primi termini della disidratazione sarebbero molto solubili e si disidraterebbero per semplice concentrazione; i nuovi termini più condensati, meno solubili, si depositerebbero al di là d' una certa concentrazione, e, una volta isolati, continuerebbero a perdere acqua, senza diventare mai anidri, pur conservando la loro solubilità.

Noi siamo pervenuti colle nostre esperienze, ad isolare l' *i-*

(1) Bull. [3ª], XVII, 849—1891.

drato di triossimetilene, il quale però non è tanto solubile nella acqua quanto era da prevedersi, nè presenta alcuna tendenza a disidratarsi a temperatura ordinaria. Infatti, la sostanza, dopo tre mesi dalla sua preparazione, conservava la stessa composizione.

A questo prodotto siamo pervenuti sciogliendo la paraformaldeide nell' acido acetico e decomponendo con acqua il composto acetilico formato. —A tal fine g. 50 di sostanza (ci fu fornita da Kahlbaum e fondeva a 152°) furono trattati in un palloncino tubulato con g. 250 di acido acetico al 95 °/₀; col riscaldamento a poco a poco la massa si rigonfiò e senza apparente decomposizione finì per disciogliersi dando una soluzione perfettamente limpida, la quale distillò sulle prime a 102° e poco dopo il termometro salì gradatamente e si fermò a 103°,5; da questa temperatura fino a 104° distillano circa i $^4/_5$, dando un liquido mobile, molto rifrangente, il quale col raffreddamento si convertì in una sostanza solida bianca, di consistenza pastosa.

Dalle porzioni di liquido che distillarono a temperatura superiore si separò col raffreddamento altra sostanza, ed infine le ultime porzioni erano costituite quasi esclusivamente da acido acetico.

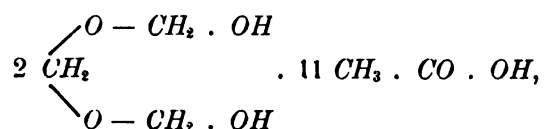
La porzione distillata alla temperatura di 103°,5-104°, ridistillata più volte, mantenne costante la sua temperatura di ebollizione. La qual cosa ci autorizzò a pensare che il distillato, con odore fortemente acetico e formico insieme, avesse una composizione definita; per cui se ne fece l'analisi elementare.

I. g. 0,2115 di sostanza fornirono g. 0,2951 di anidride carbonica e g. 0,1267 di acqua;

II. g. 0,1720 di sostanza fornirono g. 0,2404 di anidride carbonica e g. 0,1104 di acqua;
donde in 100 parti:

	I	II	Media
C	38, 05	38. 11	38, 08
H	6, 65	7, 13	6, 89

Questi dati concordano con la formola corrispondente al composto che risulta dall' unione di due molecole di idrato di triossimetilene con undici molecole di acido acetico, cioè:

$$2\ CH_2 \begin{cases} O - CH_2\ .\ OH \\ O - CH_2\ .\ OH \end{cases} .\ 11\ CH_3\ .\ CO\ .\ OH,$$

per cui si richiede il seguente percentuale:

$$C = 38,35$$
$$H = 6.84\ .$$

Questo prodotto che a temperatura ordinaria si presenta sotto forma di una massa solida, bianca, gelatinosa, incomincia a fondere verso 30° ed è completamente fuso a 103°, alla quale temperatura distilla.

Che durante la distillazione avvenga una dissociazione, ce lo dice il fatto di non essere riusciti a determinare la grandezza molecolare col metodo di Meyer, perocchè i risultati non furono per nulla attendibili.

Infatti, coll' orto-xilene si ebbe un peso molecolare 85, 43; col toluene, in una prima determinazione, 59, 65, e poi circa 75, variando le condizioni del riscaldamento.

Per eliminare l' acido acetico si cercò comprimere il prodotto fra carta bibula; dopo quattro giorni infatti non si avvertiva più l' odore acetico e si trasformò in una sostanza polverulenta di cui si tentò determinare il punto di fusione; però con nostra meraviglia, riscaldata fino alla temperatura di 200°, non accennò a fondere, ma sublimò dissociandosi in gran parte.

Si elimina invece bene l' acido acetico lavando il prodotto con acqua fredda abbondante. A tal fine la massa bianca e solida venne sospesa in molta acqua, agitata fortemente e raccolta su filtro alla pompa. L' operazione fu ripetuta tante volte fino a che le acque di lavaggio non ebbero più reazione acida.

Così lavata e compressa alla pompa fu messa ad asciugare fra carta bibula. Anche dopo parecchi giorni conservava però la sua consistenza pastosa; non può essiccarsi alla stufa, perchè il più lieve riscaldamento la disidrata e la trasforma in un polimero con proprietà affatto differenti. Riscaldata però in un tubicino da punto di fusione, piuttosto largo, immerso in un bagno di acido solforico, incomincia a fondersi verso 107° e finisce per trasformarsi completamente a 110° in un liquido senza colore e trasparente; man mano che s' innalza la temperatura, la sostanza si volatilizza senza decomposizione. Se però se ne adoperano grandi quantità, in parte distilla inalterata e il resto si dissocia in acqua e in aldeide che va a polimerizzarsi nella parte fredda del collettore.

La sostanza, seccata nel vuoto sull'acido solforico, dove non subisce alcuna alterazione, fu sottoposta all' analisi, e si ebbero i seguenti risultati:

g. 0, 1692 di sostanza fornirono g. 0, 2057 di anidride carbonica e g. 0, 1163 di acqua; donde in cento parti:

	Trovato	Calcolato per $(CH_2O)_3 . H_2O$
$C =$	33, 15	33, 33
$H =$	7, 63	7, 40

Talchè questo composto è il risultato dell' unione del trimero dell' aldeide formica con una molecola di acqua e può considerarsi come *idrato di triossimetilene:*

$$HO . CH_2 . O . CH_2 . O . CH_2 . OH$$

In altri termini sarebbe l' idrato di quell' α-triossimetilene (p. f. 60°-61°) che Pratesi (1) ottenne sublimando il comune triossimetilene in tubi a 115° in presenza di una traccia di acido

(1) Gazz. XIV. 140.

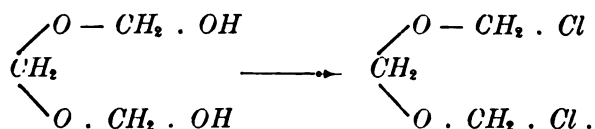
solforico. Tutti i tentativi per potere pervenire dal nostro idrato all' α-triossimetilene riuscirono vani.

La formola ricavata dai dati analitici fu confermata dalla determinazione della densità di vapore col metodo di Meyer. Però bisogna notare che la temperatura di 110° (vapori di toluene), o quella di 124° (paraldeide) non sono sufficienti a volatilizzare completamente la sostanza dal tubicino, e che la porzione di sostanza che passa prima allo stato di vapore, si va man mano decomponendo, di modo che nelle numerose esperienze fatte si ebbero risultati sconcordanti e molto lontani da quello sperato. Solo riscaldando ad una temperatura superiore, 140°-145° (orto-xilene), si pervenne a risultati soddisfacenti. Talchè: g. 0, 0289 di sostanza spostarono cm^3 7 di aria alla temperatura di 14°, 5 ed alla pressione di 764^{mm}, 5 (corretto 752, 2); donde:

	Trovato	Calcolato per $(CH_2O)_3 \cdot H_2O$
$M =$	98, 04	108

Ulteriori determinazioni confermarono questo risultato, il quale, se si tiene presente la tendenza della sostanza a dissociarsi, può ritenersi sufficientemente esatto.

Del resto, come sarà esposto innanzi, la formola di questo idrato viene corroborata dalla trasformazione nel cloruro corrispondente, ottenuto per azione dell' acido cloridrico sullo stesso idrato, sospeso nell' acido acetico:

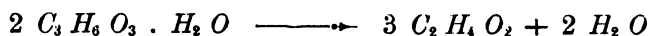
$$CH_2\begin{cases} O - CH_2 \cdot OH \\ O \cdot CH_2 \cdot OH \end{cases} \longrightarrow CH_2\begin{cases} O - CH_2 \cdot Cl \\ O \cdot CH_2 \cdot Cl . \end{cases}$$

Si è voluto determinare la grandezza molecolare anche col metodo crioscopico, servendoci come solvente degli acidi acetico e formico, dove l' idrato di triossimetilene è poco solubile a tem-

peratura ordinaria e si scioglie invece subito con un lieve riscaldamento, senza alcuna apparente decomposizione.

Riassumiamo nel seguente specchietto i risultati ottenuti:

Solvente	Concentrazione	Abbassamento termometrico	Peso molecolare trovato	calcolato per $C_3H_6O_3 . H_2O$	calcolato per $C_2H_4O_2$
Ac. formico	3, 1454	1, 50	60, 8	108	60
»	1, 4737	0, 62	68, 8		
Ac. acetico	1, 9704	1, 27	60, 5		
»	1, 8483	1, 20	60, 07		

Donde si rileva che l' idrato di triossimetilene, sciogliendosi nei suddetti acidi, subisce una dissociazione tale che permette il passaggio dal composto trimero a quello dimero:

$$2\ C_3H_6O_3 . H_2O \longrightarrow 3\ C_2H_4O_2 + 2\ H_2O$$

Questa dissociazione ci autorizza ad ammettere l' esistenza del *di-ossimetilene* (dimero della formaldeide gassosa) in soluzione negli acidi; di quel dimero che Tollens e Meyer (1) credettero intravedere in soluzione acquosa diluendo una soluzione concentrata di aldeide formica.

Noi abbiamo tentato di separare questo dimero sottoponendone la soluzione formica ad un raffreddamento di—8°. Si separa difatti in queste condizioni una sostanza bianchissima, amorfa e voluminosa che si raccolse su filtro alla pompa e si lavò fino a che le acque di lavaggio non presentarono alcuna reazione acida; ma dall' insieme delle proprietà ci si convinse che il dimero aveva subito una ulteriore polimerizzazione.

Forse seguendo questa via, si potrà, modificando le condizioni, pervenire all' isolamento di esso o dell' idrato corrispondente, della qual cosa ci riserbiamo di pubblicare in altra nota i risultati che otterremo.

(1) Ber. XXI. 1566, 2026, 3503.

Talchè dai risultati delle nostre esperienze si può concludere:

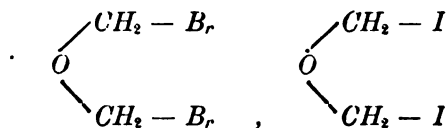
1. La paraformaldeide (triossimetilene del commercio) sciogliendosi nell' acido acetico, si dissocia e conduce all' idrato di triossimetilene (di-ossi-metilale).

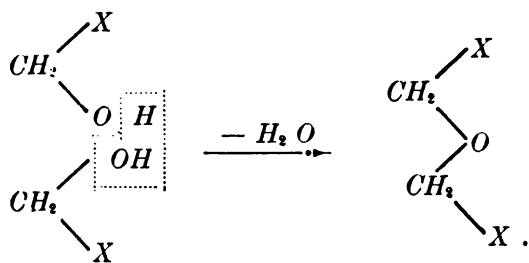
2. L' idrado di triossimetilene, in soluzione acetica diluita, genera la diformaldeide.

II.

Azione dell' acido cloridrico sulla para-formaldeide.

Etere dicloro-metilico simmetrico. — Tischtschenko (1) in un suo lavoro sull' azione degl' idracidi gassosi e secchi sulla paraformaldeide descrisse la preparazione e le proprietà dei derivati bromurati e jodurati dell' etere metilico simmetricamente bisostituito:

$$O\begin{cases} CH_2 - Br \\ CH_2 - Br \end{cases}, \quad O\begin{cases} CH_2 - I \\ CH_2 - I \end{cases}$$

e ammise che fossero prodotti di disidratazione della metilen-alogenidrina che si sarebbe dovuta formare per l' azione additiva dell' idracido sull' aldeide formica:

$$\begin{matrix} CH_2\begin{cases} X \\ O\,H \end{cases} \\ CH_2\begin{cases} OH \\ X \end{cases} \end{matrix} \xrightarrow{-H_2O} \begin{matrix} CH_2 - X \\ \;\;\;\; > O \\ CH_2 - X \end{matrix}.$$

Non riuscì però ad isolare bene il composto clorurato corrispondente, l' etere di-clorometilico simmetrico, e ne ammise l' e-

(1) *Journ. der russ. phys. chem. Gesellsch.* 1887 [1]. 464-478.

sistenza, sia per analogia cogli altri derivati, sia per la corrispondenza avuta nel punto di ebollizione con lo stesso composto preparato da Regnault (1) mercè l'esposizione alla luce diffusa della miscela di etere metilico e cloro.

Ripetendo l'esperienza di Tischtschenko, abbiamo potuto modificare le condizioni dell'operazione in modo da rendere facile e spicciativa la preparazione di grandi quantità di composto.

Abbiamo fatto agire l'acido cloridrico anidro, in corrente piuttosto rapida, sulla paraformaldeide, contenuta in una grande storta di vetro immersa in un bagno ad olio riscaldato a 130°; distilla subito un olio limpido, senza colore, il quale però si decompone se viene in contatto con l'umidità atmosferica. Da 50 grammi di triossimetilene commerciale, in meno di due ore, si arrivano a preparare più di 70 grammi di liquido clorurato, insieme ad una discreta quantità di acqua satura di acido cloridrico, che galleggia sul prodotto della reazione. Separata questa con un imbuto a rubinetto, si distilla una volta il prodotto in corrente di acido cloridrico secco; se la corrente gassosa non è molto rapida e si mantiene costante durante tutta l'operazione, il liquido comincia a distillare verso i 60°; ma il termometro presto s'innalza fino a 100° e quasi tutto distilla fra 100° e 106°, eccetto le ultime porzioni per le quali la temperatura s'innalza fino a 170°.

La porzione raccolta fra 100° e 106° si essicca con cloruro di calcio fuso e si ridistilla senza corrente di acido cloridrico, avendo cura però di evitare l'accesso dell'umidità atmosferica nell'interno dell'apparecchio. Le prime porzioni di liquido che distillano, fumano fortemente all'aria; a poco a poco però lo sviluppo dell'idracido diminuisce fino a cessare, ed a questo punto il distillato, che si raccoglie a parte, s'intorbida per la separazione dell'ossimetilene.

Si filtra rapidamente, ed il filtrato, sottoposto di nuovo alla

(1) Ann. *34*, 31.

distillazione, fornisce un liquido limpido, pesante, senza colore, che bolle tutto fra 104° e 106°; esso fuma all'aria per la spiccata tendenza a perdere acido cloridrico, trasformandosi nell'ossimetilene.

Le determinazioni di cloro si fecero col metodo di Volhard decomponendo il prodotto con acqua addizionata d'acido nitrico. Si ebbe dapprima $Cl\,°/_o = 58,97$, però ridistillando, il percentuale aumentò fino a 60,02 in una prima analisi e 60,03 in un'altra; una terza distillazione condusse a 61,01 per cento. Calcolando per $C_2 H_4 O Cl_2$, risulta $Cl = 61,73$ per cento.

Quantunque vi sia una piccola differenza in meno nel percentuale di cloro ricavato dall'analisi, da attribuirsi alla incompleta decomposizione idrolitica del prodotto, pure non può sorgere alcun dubbio che nelle condizioni surriferite per azione dell'acido cloridrico sulla paraformaldeide alla temperatura di 130°, si generi l'etere dicloro-metilico simmetrico, di cui Tischtschenko non potè avere risultati analitici attendibili.

Probabilmente egli non arrivò a purificare bene il prodotto.

La densità del liquido da noi preparato fu determinata colla bilancia di Westphal ed è uguale a 1,322 alla temperatura di 22°, mentre Butlerow trovò 1,315 a 20° (1).

Metilen-cloridrina. — Se il bagno ad olio in cui sta immersa la storta che contiene la paraformaldeide, si riscalda verso 180° e si fa più rapida la corrente dell'acido cloridrico, si perviene ugualmente ai due liquidi, di cui il sovrastante è acqua satura di acido cloridrico e il sottostante, se non subisce alcuna disidratazione, sottoposto alla distillazione in corrente di acido cloridrico, fornisce una metà circa di distillato, dal punto di ebollizione 110°, costituito in massima parte da etere dicloro-metilico simmetrico; una seconda sparuta frazione di liquido che bolle fra 110° e 150° ed il resto (più della metà del liquido primitivo) passa tutto tra 160° e 170°.

(1) BEILSTEIN, 3ª ediz., 1° vol., p. 293.

Quest' ultima frazione presenta una instabilità maggiore: col più lieve riscaldamento perde in gran copia l' acido cloridrico e si trasforma nell' ossimetilene; per rettificarlo bisogna che si ridistilli in corrente di acido cloridrico. In queste condizioni bolle quasi tutto a 166°, eccetto le ultime porzioni che passano sino a 170°.

Date la instabilità del prodotto e la non trascurabile quantità di acido cloridrico sciolto in esso, non si credette opportuno di tentare alcuna determinazione di cloro.

Si cercò di ridistillare il prodotto nel vuoto od a pressione ordinaria ed in corrente di anidride carbonica, ma sempre ci fu dato osservare un copioso sviluppo di acido cloridrico, seguito da un' abbondante separazione di ossimetilene solido.

Altri tentativi, come quello di tenere per qualche tempo il liquido in essiccatore con idrato potassico, non approdarono a nulla.

Frattanto Lösekann (1) dice che saturando con una corrente di acido cloridrico una soluzione acquosa di formaldeide, si generò un olio che galleggiava; e frazionando, le prime porzioni incominciarono a distillare a 25° ed il termometro, salendo gradatamente, si fermò a 65°. La distillazione venne interrotta appena si ebbe la separazione dell' ossimetilene.

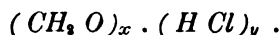
La sostanza primitiva diede un percentuale di 46,2 di acido cloridrico, il distillato il 43,9 per cento ed il residuo il 54,9 %.

L' autore considerò la sostanza, così ottenuta, come alcool monocloro-metilico $Cl \, . \, CH_2 \, OH$, e considerò la prima porzione (dal punto di ebollizione 25°) come etere cloro-osssimetilico $Cl \, . \, CH_2 \, . \, O \, . \, CH_2 \, . \, OH$ risultante dall' unione di due molecole di aldeide formica con una di acido cloridrico.

Basta rifare l' esperienza e maneggiare per poco questi prodotti, per persuadersi subito che nelle prime porzioni si hanno delle miscele più o meno ricche di acido cloridrico, i cui risul-

(1) Chem. Ztg. XIV, 1408 — Ber. XXIV, 196 (c).

tati analitici conducono a formole da potersi rappresentare col seguente schema:

$$(CH_2\,O)_x \, . \, (H\,Cl)_y \; .$$

Il primo a capirlo deve essere stato lo stesso Lösekann, il quale, in collaborazione con Merkling, negli schiarimenti addotti in un suo brevetto (1), riparla della preparazione dei sudetti prodotti e fermandosi all'alcool monoclorometilico, accenna al metodo seguìto per la purificazione e dice che il suo punto di ebollizione giace tra 160° e 170°.

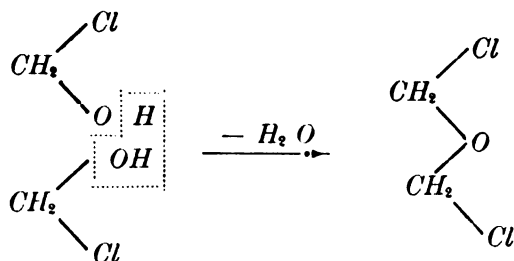
Abbiamo voluto rifare l' esperienza, e realmente siamo pervenuti, distillando frazionatamente in corrente di acido cloridrico, al liquido dal punto di ebollizione 160°-170°, il quale, ridistillato, passava quasi tutto a 166°. La porzione di liquido che distillava a temperatura inferiore a 160°, è costituito in massima parte da etere diclorometilico simmetrico. Di etere cloro-ossimetilico non ci fu dato poterne separare alcuna quantità.

Del resto, analizzando il prodotto, che per ragioni che addurremo, dobbiamo ritenere essere l' alcool monocloro-metilico, non abbiamo potuto avere alcun risultato attendibile, in quanto che si perviene sempre a percentuali di cloro inferiori al calcolato 53, 38, oscillanti sempre tra 44 e 48.

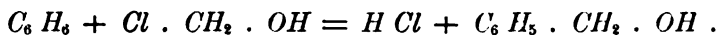
Si è lavato il prodotto con acqua distillata, con soluzione di barite, ma senza risultato. Abbiamo osservato anzi che il prodotto dopo questi lavaggi e susseguente essiccamento con $Ca\,Cl_2$, subisce una parziale disidratazione e si trasforma in gran parte nell' etere dicloro-metilico simmetrico di Regnault. Questa trasformazione non solo, si effettua col cloruro di calcio, ma anche, e completa, per mezzo dell' acido solforico concentrato; in modo che nel mentre il liquido dapprima bolliva a 166°, dopo il suddetto trattamento, abbassa il punto di ebollizione a

(1) D. R.-Pat. 57621, cfr. Ber. xxv c. 92.

104°-106°, effettuandosi l'eliminazione degli elementi di una molecola di acqua tra due molecole di metilen-cloridrina:

$$\begin{matrix} CH_2 \begin{matrix} \diagup Cl \\ \diagdown O \; H \end{matrix} \\ CH_2 \begin{matrix} \diagup OH \\ \diagdown Cl \end{matrix} \end{matrix} \xrightarrow{-H_2O} \begin{matrix} CH_2 \begin{matrix} \diagup Cl \\ \diagdown \end{matrix} \\ \quad O \\ CH_2 \begin{matrix} \diagup \\ \diagdown Cl \end{matrix} \end{matrix}$$

Questa trasformazione quantitativa conferma da una parte il fatto che il liquido dal punto di ebollizione 166° è realmente la metilencloridrina, e corrobora d' altra parte l' ipotesi di A. Brochet (1) che per azione del cloro sull' alcool metilico, dapprima si genera l' alcool monocloro-metilico e questo, per l' azione disidratante dell' acido cloridrico, si trasforma nell' ossido di metile diclorurato simmetrico. Sarebbe stato della più alta importanza se il Brochet avesse estese le sue indagini per tentare l' isolamento del prodotto più importante!

Altra conferma, da non lasciare alcun dubbio sulla formola di questo prodotto, risiede nella possibilità di potere pervenire alla sintesi diretta degli alcoli aromatici per mezzo del cloruro di zinco, con cui si ha:

$$C_6H_6 + Cl \, . \, CH_2 \, . \, OH = H\,Cl + C_6H_5 \, . \, CH_2 \, . \, OH \, .$$

Ciò dimostreremo in seguito.

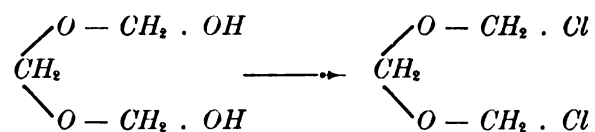
*
* *

Dicloro-metilale-simmetrico o *cloruro di triossimetilene.*

Si è dimostrato che per azione dell'acido acetico sul triossimetilene e susseguente trattamento con acqua, si genera l' idrato di triossimetilene, corrispondente all' α-triossimetilene di Pratesi. L' esistenza di questo prodotto che costituisce uno dei primi termini della serie degli idrati del poli-ossimetilene, viene confermata

(1) Bull. XIII, 681.

dalla sua trasformazione nel diclorometilale simmetrico mediante la sostituzione dei due ossidrili rispettivamente con un atomo di cloro:

$$CH_2\begin{cases} O - CH_2 . OH \\ O - CH_2 . OH \end{cases} \longrightarrow CH_2\begin{cases} O - CH_2 . Cl \\ O - CH_2 . Cl \end{cases}$$

A tal fine g. 50 di paraformaldeide, sospesi in 150 grammi di acido acetico , si scaldano dolcemente con una piccola fiamma per circa mezz' ora sino a completa soluzione. Poscia si distilla e il liquido che passa sino a 110°, del peso di g. 175, col raffreddamento si converte in una massa bianca gelatinosa che, sottoposta all' azione d' una corrente piuttosto rapida di acido cloridrico gassoso e secco, lo assorbe con sviluppo di calore, trasformandosi a poco a poco in un liquido mobile, molto rifrangente, fumante e con odore formico irritantissimo.

L' operazione è completa dopo tre giorni ed il liquido risultante pesa g. 240. Col riscaldamento su bagnomaria si ha dapprima uno sviluppo considerevole di acido cloridrico e quasi subito comincia a distillare un liquido mobilissimo, nel mentre che la colonna termometrica sale gradatamente da 70° a 90°. Seguitando a riscaldare a fuoco diretto, diminuisce sensibilmente lo sviluppo di acido cloridrico e si ricava altro liquido che distilla da 90° a 100°. Col cessare dello sviluppo dell' acido cloridrico, il termometro oscilla fra 102° e 104°, e poco dopo tanto il distillato, quanto il residuo (circa la metà del liquido primitivo) si intorbidano e lasciano separare notevoli quantità di ossimetilene. Per la qual cosa s' interrompe la distillazione e dopo il raffreddamento si sottopone di nuovo all' azione dell' acido cloridrico gassoso sino a saturazione. Si ha così altra quantità di prodotto che distilla sino a 100°.

Questo, riunito alle porzioni precedenti (p. eb. 70° - 100°) e nuovamente distillato, fornisce, frazionando, un liquido che bolle da 94° a 99° senza decomposizione.

Una determinazione di cloro diede :

$$Cl = 20,85\ \%.$$

Lavato con acqua e seccato con cloruro di calcio , la temperatura di ebollizione s' innalza sino a 102° ed il percentuale di cloro sino a 47,79.

Un nuovo trattamento simile condusse ad un liquido dal punto d' ebollizione 102°-104°, il quale diede all' analisi un percentuale di cloro eguale a 48,75 , nel mentre che il composto $C_3\,H_6\,O_2\,Cl_2$ richiede 48,96 per cento di cloro.

Con questo metodo il rendimento però è molto esiguo; per cui, dopo varî tentativi, si è preferito il seguente che dà un rendimento dell' 80 per cento di prodotto grezzo, e del 30 per cento di cloruro di triossimetilene chimicamente puro.

I 240 grammi di liquido ottenuto per azione dell' acido cloridrico sull' idrato di triossimetilene sospeso nell' acido acetico, vengono versati in filo sottile su 200 grammi di ghiaccio spezzettato. Questo si scioglie tosto per il calore sviluppatosi e, agitando, si raccoglie al fondo del recipiente un olio torbido che separato ed essiccato con cloruro di calcio fuso, si chiarisce a poco a poco dando un liquido limpido, denso, con odore dapprima cloroformico e poscia formico irritantissimo da provocare la lacrimazione.

Il liquido, così ottenuto, presenta una densità di 1,258 ($t = 21°,5$) e fornisce all' analisi un percentuale di cloro che non si trovò mai costante nel prodotto avuto nelle diverse preparazioni: infatti oscilla tra 40 e 45.

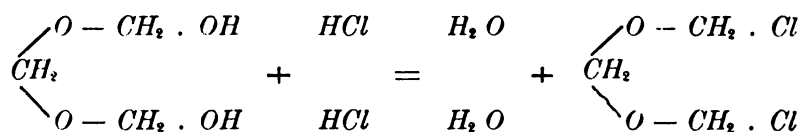
Si perviene al *cloruro di triossimetilene* distillandolo almeno una volta in corrente di acido cloridrico e raccogliendo separatamente la porzione che passa sino a 130°; il resto , circa un terzo, distilla a 166° ed è alcool monocloro-metilico.

La porzione che passa sino a 130°, frazionata, dà un liquido che bolle costantemente a 102°-104° e si può distillare nel-

l' atmosfera ordinaria senza alcuna decomposizione, evitando però l' accesso dell' umidità nell' apparecchio.

Si poterono preparare così notevoli quantità di prodotto che alla temperatura di 22° presentò costantemente la densità di 1,264 (Westphal), e fornì all' analisi un percentuale di cloro eguale a 48,79 (calcolato per $C_3 H_6 O_2 Cl_2$: 48,96 per cento).

Quindi senza alcun dubbio il liquido così ottenuto è il *dicloro-triossimetilene* o *dicloro-metilale-simmetrico* e si è generato secondo il seguente schema:

$$CH_2 \begin{cases} O - CH_2 . OH \\ O - CH_2 . OH \end{cases} + \begin{matrix} HCl \\ HCl \end{matrix} = \begin{matrix} H_2 O \\ H_2 O \end{matrix} + CH_2 \begin{cases} O - CH_2 . Cl \\ O - CH_2 . Cl \end{cases}$$

La grandezza molecolare fu determinata col metodo crioscopico, adoperando come solvente l' acido acetico. Si ebbero i seguenti risultati:

Concentrazione	Abbass. termometrico	Peso molecolare	
		trovato	calcolato
1, 9321	0, 52	144, 9	145

Questo prodotto fu già ottenuto da A. De Sonay (1) per azione del cloro sul metilale monoclorurato a caldo od al sole, e fu descritto come liquido senza colore, dal punto di ebollizione 127° e dalla densità eguale a 1,4803 ($t = 15°,9$). — Or siccome per azione del cloro sul metilale si genera oltre a questo, composti tri-e tetra-alogenati, così siamo indotti a pensare che il diclorometilale di De Sonay non fosse sufficientemente puro.

(1) *Bull. de l'Acad. de Belgique*, [3ª], XVI, 629. — *Bull. de la Soc. Chim. de Paris*, [3ª], XI, 416.

III.

Sintesi.

Sintesi con acetato sodico. — Per avere una diretta dimostrazione della formola di costituzione dei derivati clorurati dell' ossimetilene, abbiamo fatto agire su di essi l' acetato sodico collo scopo di potere studiare le proprietà degli acetati corrispondenti.

A tal fine, questo sale, fuso da recente, veniva mescolato intimamente col liquido clorurato nella proporzione di due parti in peso di acetato per una parte di liquido, e si riscaldava la miscela per circa un' ora, intorno ai 100°, su bagno di sabbia, avendo cura di evitare l' accesso dell' umidità nel palloncino tubulato. Si distillava poscia a pressione ridotta il prodotto della reazione e si otteneva un liquido senza colore, trasparente, irritante fortemente la mucosa degli occhi fino a produrre la lacrimazione.

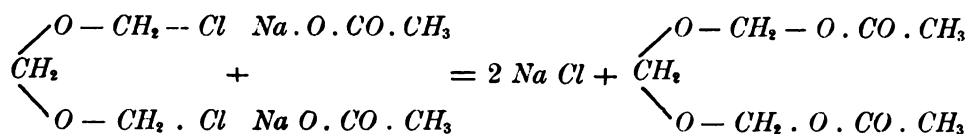
Per lo più questi acetati appena vengono in contatto dell' umidità atmosferica, si decompongono con abbondante separazione di ossimetilene.

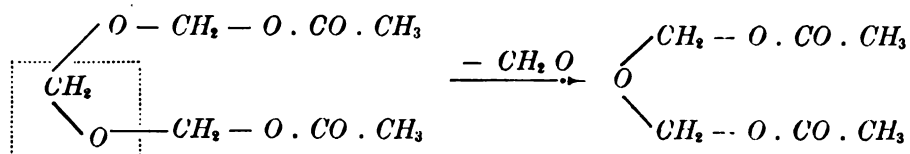
Nel caso del *dicloro-triossimetilene* non ci fu possibile, nelle differenti condizioni in cui ci si mise, pervenire all' acetato corrispondente; dappoichè, tanto a pressione ordinaria, quanto a pressione ridotta, il prodotto della reazione che dapprima si presenta perfettamente limpido, a poco a poco si altera lasciando separare dalla massa liquida il triossimetilene.

Colla distillazione frazionata si potè isolare un liquido perfettamente limpido e senza colore, dal punto di ebollizione 208°-209°, il quale all' analisi diede i seguenti numeri: g. 0, 2666 di sostanza fornirono g. 0,4341 di anidride carbonica e g. 0,1503 di acqua; donde in cento parti:

	Trovato	Calcolato per	
		$C_6H_{10}O_5$	$C_7H_{12}O_6$
C	44, 40	44, 44	43, 75
H	6, 26	6, 17	6, 25

Per cui il prodotto analizzato non corrisponde all' acetato di triossimetilene che avrebbe dovuto formarsi secondo l' equazione:

$$CH_2 \begin{cases} O - CH_2 - Cl & Na . O . CO . CH_3 \\ & + \\ O - CH_2 . Cl & Na\ O . CO . CH_3 \end{cases} = 2\ Na\ Cl + CH_2 \begin{cases} O - CH_2 - O . CO . CH_3 \\ \\ O - CH_2 . O . CO . CH_3 \end{cases}$$

ma all' *acetato dell' etere diossi-metilico*, il quale s' è generato in seguito alla eliminazione di una molecola di formaldeide da una di acetato di triossimetilene:

$$CH_2 \begin{cases} O - CH_2 - O . CO . CH_3 \\ \\ O - CH_2 - O . CO . CH_3 \end{cases} \xrightarrow{- CH_2 O} O \begin{cases} CH_2 - O . CO . CH_3 \\ \\ CH_2 - O . CO . CH_3 \end{cases}$$

Questa interpretazione trova del resto la sua conferma nell'abbondante separazione di ossimetilene osservata durante l'operazione.

A questo stesso acetato si perviene direttamente facendo agire sull' acetato sodico *l' etere di Regnault.* Il liquido che si genera in questa reazione, non lascia depositare affatto ossimetilene e si decompone solo dopo un certo tempo in presenza dell' acqua. Bastò una semplice distillazione per averlo chimicamente puro ed all' analisi g. 0, 2974 di sostanza diedero g. 0, 4836 di anidride carbonica e g. 0, 1666 di acqua; donde in cento parti:

	Trovato	Calcolato per $C_6 H_{10} O_5$
$C =$	44, 34	44, 44
$H =$	6, 22	6, 17

La grandezza molecolare fu determinata col metodo crioscopico in soluzione benzolica. Si ebbero i seguenti risultati:

Concentraz.	Abbass. term.	Peso molecolare	
		trovato	calcolato
4, 5965	1, 47	156, 34	162
4, 3688	1, 30	168	

Il prodotto si può conservare a lungo senza che si alteri. È solubile nell' alcool, etere, acido acetico e benzolo; la sua densità è maggiore di quella dell' acqua e in contatto di essa, come s' è detto, solo dopo varî giorni incomincia a decomporsi.

All' *acetato di triossimetilene* si pervenne invece, e con nostra sorpresa, facendo agire l' acetato sodico fuso da recente sulla metilen-cloridrina.—Il liquido, ottenuto mediante la distillazione a pressione ridotta, fu distillato a pressione ordinaria; le prime porzioni passarono sino a 120° ed erano costituite in gran parte da acido acetico, come potemmo assicurarci mercè le proprietà caratteristiche; il resto distillò quasi tutto a 245°-246°.

Fu lavato sino a reazione neutra dapprima con carbonato sodico e poscia con acqua, seccato con cloruro di calcio e ridistillato. Conservò lo stesso punto di ebollizione ed all' analisi diede i seguenti numeri:

I. g. 0,2945 di sostanza fornirono g. 0,4701 di anidride carbonica e g. 0,1660 di acqua;

II. g. 0,2995 di sostanza fornirono g. 0,4802 di anidride carbonica e g. 0,1692 di acqua;

III. g. 0,3654 di sostanza fornirono g. 0,5846 di anidride carbonica e g. 0.2040 di acqua;

donde in cento parti:

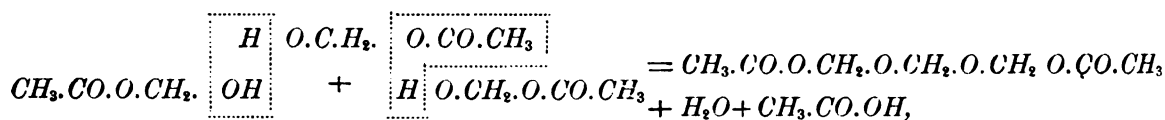
	Trovato			Calcolato per
	I	II	III	$C_7 H_{12} O_6$
$C =$	43, 53	43, 72	43, 63	43, 75
$H =$	6, 26	6, 27	6, 20	6, 25.

Questa sostanza, a differenza dell' acetato dell' etere diossi-metilico, è solubile nell' acqua. Cogli altri solventi ordinari presenta eguale comportamento.

Se ne determinò la grandezza molecolare pure col metodo crioscopico in soluzione benzolica, e si ebbe:

Concentrazione	Abbass. termometrico	Peso molecolare	
		trovato	calcolato
5, 5557	1, 45	191, 57	192

Talchè possiamo inferire che non ci è stato possibile isolare la metilen-mono-acetina, a causa della sua grande instabilità e per la tendenza a trasformarsi nell' acetato di diossi-metilale:

$$CH_3.CO.O.CH_2.\begin{array}{|c|}H\\ OH\end{array}\;O.C.H_2.\;\;+\;\;\begin{array}{l}O.CO.CH_3\\ H\;O.CH_2.O.CO.CH_3\end{array}\;\begin{array}{l}=CH_3.CO.O.CH_2.O.CH_2.O.CH_2\;O.CO.CH_3\\ +\;H_2O+CH_3.CO.OH,\end{array}$$

il quale d' altra parte non potè essere ottenuto nelle condizioni descritte, per la tendenza a perdere, nell' atto in cui si genera, gli elementi di una molecola di aldeide formica che si separa polimerizzandosi; l' acetato che presenta un massimo di stabilità invece è quello corrispondente all' etere di Regnault.

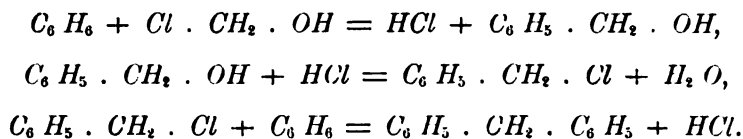
Sintesi col cloruro d' alluminio.—Col fine precipuo di sostituire in questi derivati alogenati del mono-, bi-, tri-ossimetilene, l' alogeno con un alfile, si cercò di trar profitto del metodo di Friedel e Crafts limitandoci all' impiego del benzolo.

Diremo subito che non si riuscì allo scopo, dappoicchè per quante precauzioni si prendessero e si mutassero le condizioni dell' esperienza , non si pervenne che al difenil-metano. Probabilmente il cloruro d' alluminio reagisce così energicamente da

condurre, nel caso della metilen-cloridrina, alle seguenti tre fasi successive:

$$C_6 H_6 + Cl \, . \, CH_2 \, . \, OH = HCl + C_6 H_5 \, . \, CH_2 \, . \, OH,$$

$$C_6 H_5 \, . \, CH_2 \, . \, OH + HCl = C_6 H_5 \, . \, CH_2 \, . \, Cl + H_2 O,$$

$$C_6 H_5 \, . \, CH_2 \, . \, Cl + C_6 H_6 = C_6 H_5 \, . \, CH_2 \, . \, C_6 H_5 + HCl.$$

Che la reazione proceda così lo dimostra il fatto che adoperando in seguito il cloruro di zinco e la quantità calcolata di benzolo e di metilen-cloridrina, si perviene al cloruro di benzile.

Del resto questa reazione è sufficiente a provare che il liquido dal punto di ebollizione 166°, ottenuto per azione dell'acido cloridrico sulla para-formaldeide, scaldata a 180°, è realmente l'alcool cloro-metilico, il quale può condurre pure alla sintesi diretta degli alcooli primarî della serie aromatica.

In quanto al comportamento dell'etere di Regnault e del cloruro di triossimetilene, diremo che ci condussero alla sintesi del difenil-metano insieme ad altre sostanze, le quali, non costituendo la parte principale della reazione, non furono studiate.

Cloruro di triossimetilene. — Per mezzo di un imbuto a rubinetto si fecero gocciolare lentamente g. 12 di cloruro di triossimetilene su g. 100 di benzolo anidro, in presenza di g. 50 di cloruro d'alluminio ridotto in polvere. Il tutto si manteneva freddo con acqua e ghiaccio. La reazione procedette regolarmente e ad ogni goccia di liquido clorurato che si mescolava al benzolo, succedeva uno sviluppo regolare di acido cloridrico, mentre il liquido assumeva un colore rosso cupo che si faceva sempre più intenso. Quando s'era aggiunta circa la metà del cloruro, la reazione era così viva, che ogni goccia di esso produceva un lieve sibilo.

Cessato lo sviluppo dell'acido, si procedette alla decomposizione con acqua; si raccolse tosto alla superficie un olio, che separato e lavato reiterate volte con acqua, fu reso anidro con cloruro di calcio e sottoposto alla distillazionc.

Le prime porzioni, costituite in gran parte da benzolo, passarono da 80° a 100°, poi la temperatura s' innalzò gradatamente fino a 250° e da questa temperatura fino 300° distillò la maggior parte del liquido.

Al disopra di 300° il prodotto solidificava lungo il tubo adduttore e si dovette smettere la distillazione, non rimanendo altro nel palloncino che una resina vischiosa, con odore irritante e disaggradevole.

Il liquido passato fra 250° e 300°, separato da un po' di sostanza solida che lasciò separare col raffreddamento, ridistillò quasi tutto a 255°-260°. Riscaldato con sodio metallico, fornì un liquido mobile, senza colore, con odore piacevole, che bolliva costantemente a 258° - 59°. All' analisi diede numeri che concordarono con la formola C_{18} H_{12}.

G. 0,2014 di sostanza fornirono g. 0,6860 di anidride carbonica e g. 0,1351 di acqua; donde in cento parti:

	Trovato	Calcolato per C_{13} H_{12}
C =	92, 89	92, 85
H =	7, 45	7, 14

Si ripetè più volte l' esperienza cambiando le condizioni dell' operazione, sia aggiungendo il diclorotriossimetilene e il cloruro d' alluminio a piccole porzioni, insieme o separatamente in eccesso di benzolo, sia anche introducendo il cloruro d' alluminio sulla miscela di benzolo e prodotto clorurato, ma si ottenne costantemente lo stesso liquido dal punto di ebollizione 258°-259°.

Per dimostrare come il composto fosse il difenil-metano, si sottopose all' ossidazione con la miscela cromica. Si ebbe così il benzofenone che senza ulteriore purificazione si sciolse nell' alcool e si trattò a caldo con fenil-idrazina. Si separò subito l' idrazone corrispondente, che, cristallizzato una sola volta dall' alcool, si fuse a 137°.

*
* *

Impiegando l'etere di Regnault o la metilen-cloridrina, si pervenne parimenti al difenil-metano.

Nè risultato migliore si ebbe adoperando la quantità calcolata di benzolo sciolto nel solfuro di carbonio. Infatti, si sciolsero g. 30 di metilen-cloridrina e g. 36 di benzolo, in g. 200 di solfuro di carbonio. Versando a poco per volta il cloruro d'alluminio e riscaldando leggermente su bagnomaria, si ebbe uno sviluppo lento e continuo di acido cloridrico. Quando per una nuova aggiunta di cloruro di alluminio non si ebbe più sviluppo gassoso, si decompose il tutto con acqua; si separò il solfuro di carbonio ed essiccato con cloruro di calcio, venne distillato.

Non fornì che del benzolo e della resina di consistenza vischiosa e con odore irritante.

*
* *

Sintesi col cloruro di zinco.—Abbiamo creduto conveniente limitare le nostre indagini alla condensazione con la metilen-cloridrina col duplice scopo di addurre una nuova conferma alla sua funzione di alcool metilico monoclorurato e di potere pervenire direttamente alla sintesi degli alcooli aromatici partendo dagli idrocarburi.

Ci si è riusciti sostituendo il cloruro di zinco al cloruro di alluminio e adoperando la quantità calcolata di idrocarburo sciolto nel solfuro di carbonio.

Se invece come solvente si fa uso dello stesso idrocarburo, e nel caso nostro del benzolo, allora si perverrà esclusivamente al difenil-metano e con eccellente rendimento.

Crediamo superfluo descrivere l'andamento dell'esperienza che permette la preparazione di buona quantità di difenil-metano in brevissimo tempo; accenneremo solamente al metodo da noi

seguito per conseguire la sintesi del cloruro di benzile che equivale a quella dell' alcool benzilico.

Si sciolsero le quantità calcolate di benzolo e metilen-cloridrina in una grande quantità di solfuro di carbonio. L' aggiunta di cloruro di zinco, fuso da recente, a freddo non produsse reazione alcuna, ma riscaldando su bagnomaria incominciò presto uno sviluppo lento e regolare di acido cloridrico.

Ogni qualvolta questo cessava, si aggiungeva nuovo cloruro di zinco e così di seguito fino a metterne la quantità calcolata.

Lo sviluppo di acido cloridrico durò per un tempo piuttosto lungo; appena cessato, si versò il prodotto della reazione in filo sottile nell' acqua.

Il solfuro di carbonio separato ed essiccato, venne sottoposto alla distillazione. Poscia che passò tutto il solvente, la temperatura s' innalzò rapidamente a 170° e circa la metà di liquido distillò fra 170° e 180°. Da questo punto il termometro s' innalzò sempre e verso la fine salì fin sopra 300°. La porzione distillata fra 180° e 300° era esigua e non ce ne occupammo; invece si ridistillò la porzione che passò dapprima fra 170° e 180°: diede un bel liquido clorurato, il quale bollì tutto a 176°; siccome però lasciava svolgere a temperatura ordinaria fumi di acido cloridrico, venne tenuto per due giorni nel vuoto sull' idrato potassico.

Se ne determinò il cloro decomponendo coll' ossido di calcio e dosando col metodo di Volhard.

Si ebbe per cento:

	Trovato	Calcolato per $C_6 H_5 . CH_2 . Cl$
$Cl =$	28, 21	28, 06

*
* *

Sintesi con polvere di zinco.—Allo stesso risultato si perviene se invece di cloruro di zinco si aggiunge a poco alla volta dello zinco in polvere alla miscela di benzolo e metilen-cloridrina. Si

osserva un sensibile sviluppo di calore e nel contempo il liquido assume una colorazione rosea. Se ora si sottopone la miscela ad una lenta corrente di acido cloridrico gassoso e secco, dapprima s' avverte un notevole sviluppo di calore e poscia ha luogo una viva reazione per la quale insieme allo sviluppo gassoso si osserva l' ebollizione del liquido.

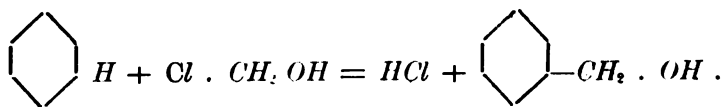
In questo caso il prodotto principale, quasi esclusivo, della reazione è il difenil-metano, e il rendimento sorpassa quello avuto con cloruro di zinco.

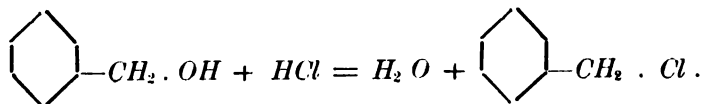
Se però durante la saturazione con acido cloridrico, si raffredda esternamente con acqua e ghiaccio, si avverte, è vero, uno sviluppo di calore, ma non ha luogo alcuna reazione viva. In questo caso, decomponendo il prodotto della reazione con acqua ed estraendo con etere, abbiamo ottenuto il *cloruro di benzile* che purificato col metodo suddetto, ci ha fornito all' analisi i seguenti dati:

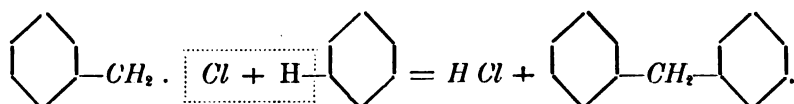
G. 0,2676 di sostanza diedero g. 0,6530 di anidride carbonica e g. 0,1460 di acqua; donde in cento parti:

	Trovato	Calcolato per $C_6H_5 . CH_2 . Cl$
C =	66, 54	66, 40
H =	6, 06	5, 53

Talchè, variando per poco le condizioni, si può dire che con questo metodo si arriva ora al cloruro di benzile ed ora al difenil-metano; non solo, ma siamo autorizzati a pensare che in questa reazione dapprima avviene la condensazione tra la metilencloridrina ed il benzolo secondo il seguente schema:

$$C_6H_5H + Cl . CH_2 OH = HCl + C_6H_5-CH_2 . OH .$$

E in seguito, per azione dell' acido cloridrico, si abbia:

$$C_6H_5-CH_2 . OH + HCl = H_2O + C_6H_5-CH_2 . Cl .$$

Il cloruro di benzile poi in queste condizioni, e se non si evita la forte elevazione di temperatura nella reazione, dà luogo ad una seconda condensazione e genera il difenil-metano:

$$C_6H_5-CH_2 . \boxed{Cl + H}-C_6H_5 = H\,Cl + C_6H_5-CH_2-C_6H_5.$$

Che realmente si formi dapprima l'alcool benzilico l'abbiamo potuto provare adoperando la quantità calcolata di benzolo sciolto nel solfuro di carbonio.

In questo caso però si genera un prodotto solforato secondario con odore agliaceo disaggradevole che si separa durante il trattamento con acqua della polvere di zinco. Di questo prodotto bianco cristallino e del suo modo di genesi ci riserviamo di fare studi ulteriori.

Nel solfuro di carbonio rimane in soluzione un liquido che colla distillazione frazionata passò a 200° e che non potè essere purificato ulteriormente per la sua esiguità. Era però dell' alcool benzilico: infatti, ossidato con acido nitrico, si trasformò nell'aldeide benzoica riconosciuta subito mercè le sue proprietà caratteristiche.

Da quanto è stato esposto possiamo quindi inferire che per mezzo della metilen-cloridrina si può effettuare la sintesi diretta degli alcooli primari aromatici.

Pubblicheremo fra breve i risultati di altre esperienze in corso.

Istituto Chimico della R. Università di Catania.

Agosto 1898.

Memoria II.

Sulla convergenza delle serie degli spostamenti e delle velocità dei punti di un solido elastico isotropo vibrante

Nota del Prof. GIUSEPPE LAURICELLA

In una Nota precedente [1]) ho trattato della sviluppabilità in serie di soluzioni eccezionali degli spostamenti iniziali e delle velocità iniziali dei punti di un solido elastico isotropo in vibrazione, seguendo la via da me altra volta tenuta nella quistione analoga della propagazione del calore [2]). Ora qui mi propongo di dimostrare la convergenza delle serie degli spostamenti e delle velocità variabili col tempo, corrispondenti agli anzidetti spostamenti e velocità iniziali, adoperando un procedimento, che per la sua generalità si applica a tutti i casi simili della fisica-matematica. Il metodo tenuto nella Nota sulla propagazione del calore per lo studio della convergenza delle serie che rappresentano la temperatura variabile e le derivate di questa temperatura prime rispetto al tempo, prime e doppie rispetto alle coordinate dei punti, non si estende al caso che vogliamo qui trattare, nè ad altri analoghi della fisica-matematica.

1. Indichiamo con p_i, q_i, r_i una soluzione eccezionale delle

---

[1]) Atti della R. Acc. delle Scienze di Torino, Vol. XXXIV, anno 1898.

[2]) Ibid. Vol. XXXIII, anno 1898.

equazioni del moto elastico, ossia siano p_i, q_i, r_i integrali regolari delle equazioni:

$$\Delta^2 p_i + A\frac{\partial\theta_i}{\partial x} + k_i p_i = 0$$

$$\Delta^2 q_i + A\frac{\partial\theta_i}{\partial y} + k_i q_i = 0 \qquad \text{(nei punti di } S\text{)}$$

$$\Delta^2 r_i + A\frac{\partial\theta_i}{\partial z} + k_i r_i = 0,$$

$$X_i = Y_i = Z_i = 0. \qquad \text{(nei punti di } \sigma\text{)}$$

Si può scrivere allora [1]:

$$(1)\quad \begin{cases} p_i - (C_2^{(i)} z - C_3^{(i)} y + K_1^{(i)}) = \int_S \Sigma\, g_1 k_i p_i\, dS \\ q_i - (C_3^{(i)} x - C_1^{(i)} z + K_2^{(i)}) = \int_S \Sigma\, g_2 k_i p_i\, dS \\ r_i - (C_1^{(i)} y - C_2^{(i)} x + K_3^{(i)}) = \int_S \Sigma\, g_3 k_i p_i\, dS\,; \end{cases}$$

e quindi, posto

$$h_i = -\frac{k_i L}{\rho},$$

si avrà:

$$(2)\quad \begin{cases} \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\,\{p_i - (C_2^{(i)}z - C_3^{(i)}y + K_1^{(i)})\}\,\mathrm{sen}(t\sqrt{h_i}) = \\ \qquad = \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \int_S \mathrm{sen}(t\sqrt{h_i})\,\Sigma\, g_1 k_i \sqrt{k_i}\, p_i dS, \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \\ \cdots\cdots\cdots\cdots \end{cases}$$

[1]) Vedi la formola (10) della mia Memoria: *Sulle vibrazioni dei solidi elastici.* — Annali di Mat. pura ed applicata, anno 1897.

2. Ora, se si indicano con α e β due costanti qualsiasi, si ha ovviamente:

$$\int_S \left[\left\{ \alpha \sum_{m+1}^{m+n} {}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\, p_i + \beta g_1 \right\}^2 + \left\{ \alpha \sum_{m+1}^{m+n} {}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\, q_i + \beta g'_1 \right\}^2 + \right.$$

$$\left. + \left\{ \alpha \sum_{m+1}^{m+n} {}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\; r_i + \beta g''_1 \right\}^2 \right] dS \geq 0,$$

ossia:

$$(3) \begin{cases} \alpha^2 \left\{ \int_S \left(\sum_{m+1}^{m+n} {}_i \operatorname{sen}(t\sqrt{h_i})\, k_i\sqrt{k_i}\, p_i \right)^2 dS + \int_S \left(\sum_{m+1}^{m+n} {}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\, q_i \right)^2 dS + \right. \\ \qquad \left. + \int_S \left(\sum_{m+1}^{m+n} {}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\, r_i \right)^2 dS \right\} + \\ + 2\alpha\beta \sum_{m+1}^{m+n} {}_i \int_S \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \Sigma g_1 k_i \sqrt{k_i}\, p_i\, dS + \beta^2 \int_S \Sigma g_1^2 dS \geq 0. \end{cases}$$

Osserviamo intanto che in questa formola, avuto riguardo alla continuità delle funzioni che vi compariscono, il segno uguale è da escludersi. Infatti, ammesso che possa sussistere, dovrà aversi in tutti i punti dello spazio S:

$$g_1 = -\frac{\alpha}{\beta} \sum_{m+1}^{m+n} {}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\, p_i,$$

$$g'_1 = -\frac{\alpha}{\beta} \sum_{m+1}^{m+n} {}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\, q_i, \qquad g''_1 = -\frac{\alpha}{\beta} \sum_{m+1}^{m+n} {}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\, r_i;$$

e ciò è impossibile, perchè le funzioni g_1, g'_1, g''_1 in un punto di S divengono infinite, mentre le espressioni ai secondi membri sono sempre finite.

Adunque la formola (3) ci dà senz' altro:

$$\left[\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \int_S \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right)\Sigma g_1 k_i \sqrt{k_i}\, p_i dS\right]^2 < \int_S \Sigma\, g_1^2 dS. \left\{\int_S \left(\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\, p_i\right)^2 dS + \right.$$

$$\left. + \int_S \left(\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\, q_i\right)^2 dS + \int_S \left(\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) k_i \sqrt{k_i}\, r_i\right)^2 dS\right\};$$

e, poichè si ha:

$$\int_S (p_s\, p_t + q_s\, q_t + r_s\, r_t)\, d\, S = 0,$$

risulterà finalmente dalla precedente e dalla prima delle (2):

$$(4) \quad \left\{\begin{array}{l} \left[\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \left\{p_i - (C_2^{(i)} z - C_3^{(i)} y + K_1^{(i)})\right\} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right)\right]^2 < \\ < \int_S \Sigma g_1^2 dS. \left\{\int_S \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 p_i^2 dS + \int_S \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 q_i^2 dS + \int_S \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 r_i^2 dS\right\}. \end{array}\right.$$

Similmente si avrà dalle altre delle (2):

$$(4)' \quad \left\{\begin{array}{l} \left[\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \left\{q_i - (C_3^{(i)} x - C_1^{(i)} z + K_2^{(i)})\right\} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right)\right]^2 < \\ < \int_S \Sigma g_2^2 dS. \left\{\int_S \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 p_i^2 dS + \int_S \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 q_i^2 dS + \int_S \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 r_i^2 dS\right\} \\ \left[\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \left\{r_i - (C_1^{(i)} y - C_2^{(i)} x + K_3^{(i)})\right\} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right)\right]^2 < \\ < \int_S \Sigma g_3^2 dS. \left\{\int_S \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 p_i^2 dS + \int_S \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 q_i^2 dS + \int_S \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 r_i^2 dS\right\}. \end{array}\right.$$

3. Integriamo ambo i membri delle tre formole precedenti a tutti i punti dello spazio S e poi sommiamo. Posto:

$$K=\int_S dS \left\{ \int_s \Sigma g_1^2 \, dS + \int_S \Sigma g_2^2 \, dS + \int_s \Sigma g_3^2 \, dS \right\}$$

con K quantità certamente finita, risulterà:

$$\int_S \left[\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \left\{ p_i - (C_2^{(i)} z - C_3^{(i)} y + K_1^{(i)}) \right\} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right]^2 dS +$$

$$+\int_S \left[\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \left\{ q_i - (C_3^{(i)} x - C_1^{(i)} z + K_2^{(i)}) \right\} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right]^2 dS +$$

$$+\int_S \left[\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \left\{ r_i - (C_1^{(i)} y - C_2^{(i)} x + K_3^{(i)}) \right\} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right]^2 dS <$$

$$< K \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 \int_S (p_i^2 + q_i^2 + r_i^2) \, dS.$$

Eseguendo i quadrati che compariscono al primo membro di questa formola ed osservando che le funzioni p_i, q_i, r_i soddisfano alle *sei* condizioni dei sistemi di forze in equilibrio, avremo:

$$\int_S \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \, p_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 dS + \int_S \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \, q_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 dS +$$

$$+\int_S \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \, r_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 dS + \int_S \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} (C_2^{(i)} z - C_3^{(i)} y + K_1^{(i)}) \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 dS +$$

$$+\int_S \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \, (C_3^{(i)} x - C_1^{(i)} z + K_2^{(i)}) \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 dS +$$

$$+\int_S \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i} \, (C_1^{(i)} y - C_2^{(i)} x + K_3^{(i)}) \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 dS <$$

$$< K \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 \int_S (p_i^2 + q_i^2 + r_i^2) \, dS$$

ed a *fortiori:*

$$\int_S \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, (C_2^{(i)}z - C_3^{(i)}y + K_1^{(i)}) \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 dS +$$

$$+ \int_S \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, (C_3^{(i)}x - C_1^{(i)}z + K_2^{(i)}) \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 dS +$$

$$+ \int_S \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, (C_1^{(i)}y - C_2^{(i)}x + K_3^{(i)}) \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 dS <$$

$$< K \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \int_S k_i^2 (p_i^2 + q_i^2 + r_i^2)\, dS.$$

Da questa formola, ragionando come al § 3 della mia cit. Memoria degli « Annali di Matematica » ed introducendo anche qui gli stessi simboli H, I, segue:

$$(5) \quad \begin{cases} \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, K_1^{(i)} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 < \dfrac{K}{I} \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \int_S k_i^2 (p_i^2 + q_i^2 + r_i^2)\, dS, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \\ \left\{ \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, C_1^{(i)} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right\}^2 < \dfrac{K}{H} \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \int_S k_i^2 (p_i^2 + q_i^2 + r_i^2)\, dS, \\ \dots\dots\dots\dots\dots\dots \end{cases}$$

4. Dall'espressione di V' che comparisce al § 6 della mia citata Nota « *Sugli sviluppi in serie di soluzioni eccezionali dell' elasticità* » e dal fatto che questa V' si mantiene sempre finita e decresce al crescere dell' indice s, che vi apparisce, risulta che la serie

$$\sum_1^{\infty}{}_i k_i^3 \int_S (p_i^2 + q_i^2 + r_i^2)\, dS$$

è convergente; per cui, data una quantità η piccola ad arbitrio si potrà determinare un numero intero m finito e talmente grande che per n qualsiasi si abbiano nello stesso tempo le tre disuguaglianze:

$$\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \int_S k_i^3 (p_i^2 + q_i^2 + r_i^2)\, dS < \frac{I\eta^2}{4K},\ \frac{H\eta^2}{K},\ \frac{\eta^2}{4K}.$$

Ciò posto, si ha dalle (5):

$$(6)\quad \begin{cases} \left| \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, K_1^{(i)} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right| < \frac{\eta}{2}, \quad \left| \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, K_2^{(i)} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right| < \frac{\eta}{2}, \\ \left| \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, K_3^{(i)} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right| < \frac{\eta}{2} \\ \left| \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, C_1^{(i)} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right| < \eta, \quad \left| \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, C_2^{(i)} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right| < \eta, \\ \left| \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, C_3^{(i)} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right| < \eta. \end{cases}$$

Ora la (4) ci dà:

$$\left[\sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, p_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) - \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\,(C_2^{(i)} z - C_3^{(i)} y + K_1^{(i)}) \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right]^2 <$$

$$< K \sum_{m+1}^{m+n}{}_i k_i^3 \int_S (p_i^2 + q_i^2 + r_i^2)\, dS < \frac{\eta^2}{4},$$

ossia:

$$\left| \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\, p_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) - \sum_{m+1}^{m+n}{}_i \sqrt{k_i}\,(C_2^{(i)} z - C_3^{(i)} y + K_1^{(i)}) \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right| < \frac{\eta}{2}.$$

Da questa e dalle (6) risulta finalmente per qualsiasi punto del campo S:

$$\left| \sum_{m+1}^{m+n} {}_i \sqrt{k_i}\, p \ \mathrm{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right| < \eta \{ 1 + |z| + |y| \} ;$$

e similmente dalle (4)':

$$\left| \sum_{m+1}^{m+n} {}_i \sqrt{k_i}\, q_i \ \mathrm{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right| < \eta \{ 1 + |x| + |z| \} , \qquad \left| \sum_{m+1}^{m+n} {}_i \sqrt{k_i}\, r_i \ \mathrm{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) \right| < \eta \{ 1 + |y| + |x| \} .$$

5. Le precedenti tre formole ci dicono che le tre serie

$$\sum_1^\infty {}_i \sqrt{k_i}\, p_i \ \mathrm{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right), \qquad \sum_1^\infty {}_i \sqrt{k_i}\, q_i \ \mathrm{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right), \qquad \sum_1^\infty {}_i \sqrt{k_i}\, r_i \ \mathrm{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right)$$

sono convergenti in ugual grado in tutto S.

Nello stesso modo si dimostra la convergenza in ugual grado in tutto S delle serie:

$$\sum_1^\infty {}_i \ p_i \ \cos\left(t\sqrt{h_i}\right), \qquad \sum_1^\infty {}_i \ q_i \ \cos\left(t\sqrt{h_i}\right), \qquad \sum_1^\infty {}_i \ r_i \ \cos\left(t\sqrt{h_i}\right)$$

$$\sum_1^\infty {}_i \frac{p_i'}{\sqrt{h_i'}} \mathrm{sen}\left(t\sqrt{h_i'}\right), \qquad \sum_1^\infty {}_i \frac{q_i'}{\sqrt{h_i'}} \mathrm{sen}\left(t\sqrt{h_i'}\right), \qquad \sum_1^\infty {}_i \frac{r_i'}{\sqrt{h_i'}} \mathrm{sen}\left(t\sqrt{h_i'}\right)$$

$$\sum_1^\infty {}_i \ p_i' \ \cos\left(t\sqrt{h_i'}\right), \qquad \sum_1^\infty {}_i \ q_i' \ \cos\left(t\sqrt{h_i'}\right), \qquad \sum_1^\infty {}_i \ r_i' \ \cos\left(t\sqrt{h_i'}\right),$$

essendo p_i', q_i', r_i' ($i = 1, 2, 3, \ldots$) un' altra serie di soluzioni eccezionali delle equazioni del moto elastico.

In conclusione possiamo dire che *le serie degli spostamenti* [1] :

$$u(x,y,z,t) = \sum_1^\infty{}_i\, p_i \cos\left(t\sqrt{h_i}\right) + \sum_1^\infty{}_i \frac{p'_i}{\sqrt{h'_i}} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h'_i}\right)$$

$$v(x,y,z,t) = \sum_1^\infty{}_i\, q_i \cos\left(t\sqrt{h_i}\right) + \sum_1^\infty{}_i \frac{q'_i}{\sqrt{h'_i}} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h'_i}\right)$$

$$w(x,y,z,t) = \sum_1^\infty{}_i\, r_i \cos\left(t\sqrt{h_i}\right) + \sum_1^\infty{}_i \frac{r'_i}{\sqrt{h'_i}} \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h'_i}\right)$$

e le altre delle velocità corrispondenti:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -\sum_1^\infty{}_i \sqrt{h_i}\, p_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) + \sum_1^\infty{}_i\, p_i' \cos\left(t\sqrt{h_i}\right)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = -\sum_1^\infty{}_i \sqrt{h_i}\, q_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) + \sum_1^\infty{}_i\, q_i' \cos\left(t\sqrt{h'_i}\right)$$

$$\frac{\partial w}{\partial t} = -\sum_1^\infty{}_i \sqrt{h_i}\, r_i \operatorname{sen}\left(t\sqrt{h_i}\right) + \sum_1^\infty{}_i\, r_i' \cos\left(t\sqrt{h'_i}\right)$$

sono convergenti in egual grado in tutto S per qualsiasi valore del tempo t.

(1) Cfr. formola (32) della cit. Memoria.

Catania, Novembre 1898.

Sulla risoluzione dei grandi triangoli geodetici.

con una tavola.

Nota di G. SAIJA.

INTRODUZIONE.

Nel giugno 1894 il Conte de Canete del Pinar, geniale cultore di Astronomia e Geodesia, pubblicò un interessante lavoro (1) sul classico collegamento geodetico della Spagna coll' Algeria.

Sin dal 1853 si erano formulati progetti per effettuare l'importante collegamento, ma solo nel 1878 i Governi di Spagna e di Francia si accordarono nell' esecuzione pratica dell' impresa; e nell' autunno dello stesso anno si fecero ricognizioni locali, dalle quali risultò il piano di formare un grande quadrilatero di collegamento geodetico tra i due continenti con due vertici nella Spagna, rispettivamente sui monti Mulhacen (3481^m) e Tetica (2080^m); e gli altri due vertici in Algeria rispettivamente sui monti M' Sabiha (585^m) e Filhaoussen (1136^m).

Nella primavera del 1879 si studiarono gli strumenti, si discussero i metodi di osservazione e si istruì il personale secondario; e finalmente nel settembre 1879 si poterono effettuare le preziose e delicate misure degli angoli del grandioso quadrilatero transmediterraneo, il quale rappresenta finora il più classico collegamento geodetico, grazie al quale si potè completare la misura di un arco meridiano internazionale lungo 28°, traversante le reti delle triangolazioni inglese, francese, spagnuola ed algerina, ed avente un estremo nelle isole Shetland, situate a Nord

(1) Conde de Canete del Pinar (Capitán de fragata retirado)—Algunas consideraciones sobre el Enlace geodésico y astronómico de Argelia con Espana — Madrid, 1894.

della Scozia, e l'altro estremo nell'Africa presso i confini settentrionali del deserto del Sahara.

Immense difficoltà d'ogni genere dovettero superare gli osservatori, specialmente i geodeti spagnuoli della stazione stabilita sull'inospitale vetta del Mulhacen: basti dire che la temperatura spesso scese a 12° centigradi sotto zero, la pressione non superò mai i 512^{mm}, il vento arrivò ad avere una velocità di 127 chilometri all'ora, e per miracolo un terribile fulmine scoppiato il 17 settembre durante un temporale con neve, non rovinò gli strumenti.

La relazione della campagna ed i risultati dei calcoli furono pubblicati nel 1886 a Parigi in una Memoria internazionale (1).

Ora il Pinar, pur professando la massima ammirazione per gli autori di questa magistrale Memoria, viene a rilevare nella sua monografia alcuni errori teorici in cui essi autori sono inavvertitamente caduti, errori che però noi ci affrettiamo a dichiarare non infirmare per nulla i risultati pratici del classico collegamento.

Il Pinar riscontra che il teorema di Legendre è ricordato nella Memoria nel senso che giovi per passare dagli angoli geodetici agli angoli sferici immaginati sulla sfera osculatrice, corrispondente al centro di gravità del relativo triangolo geodetico: quando invece il famoso teorema di Legendre si riferisce al passaggio dagli angoli sferici di un piccolo triangolo sferico (2) agli angoli piani corrispondenti in un triangolo piano avente i lati lunghi quanto gli sferici rettificati. Inoltre, le formole del geodeta danese Andrae atte a calcolare i termini, che usualmente

(1) Publication internationale—Jonction géodésique et astronomique de l'Algérie avec la Espagne, executée en commun en 1879, par ordre des Gouvernements d'Espagne et de France, sous la direction de M. le Général Jbanez pour l'Espagne et M. le Colonel Perrier pour la France—Paris—Imprimerie Nationale—MDCCCLXXXVI.

(2) La piccolezza è relativa alla superficie totale della sfera, e dentro i limiti di questa piccolezza risultano eguali le aree dei due triangoli sferico e piano, aventi i lati egualmente lunghi: gli angoli, poi, del triangolo piano sono eguali a quelli dello sferico diminuiti ciascuno del terzo dell'eccesso sferico.

si trascurano nel passaggio dagli angoli geodetici agli angoli piani, e che in sostanza completano il teorema di Legendre tanto riguardo ad una maggiore grandezza del triangolo, quanto riguardo alla diversa curvatura dei vertici, sono ricordate dalla Memoria come atte a rappresentare i termini che vengono trascurati considerando gli angoli geodetici come sferici.

Nella Memoria sono considerati come angoli geodetici o sferoidici gli angoli osservati, cosa ch' è plausibile nelle triangolazioni ordinarie, in cui i lati non superano i 60 chilometri, ma non è plausibile, come ben chiarisce il Pinar nel II capitolo della sua monografia, nei triangoli ispano-algerini, dove ci sono visuali di 270 chilometri, per le quali non si può trascurare la deviazione fra direzione geodetica e direzione della sezione normale.

D' altra parte il Pinar giustamente osserva che nella Memoria sono trascurate le correzioni angolari dipendenti dalla non coincidenza dei piani verticali contenenti i punti mirati coi piani verticali contenenti le proiezioni normali dei punti mirati sulla superficie di riferimento geodetico; correzioni che si possono trascurare quando si tratta di piccole altitudini, ma che è indispensabile effettuare quando i punti mirati hanno altitudini rilevanti, come è il caso del Mulhacen alto ben 3500 m. Però a rendere più completa la rettificazione, il Pinar avrebbe dovuto richiamare la correzione angolare dipendente dalla non coincidenza della normale nella stazione colla normale nella proiezione della stazione sulla superficie geodetica di riferimento.

Il Pinar nel capitolo V della sua monografia riassume tutte le distinte correzioni per ciascuno dei 12 angoli dei 4 triangoli geodetici del quadrilatero transmediterraneo; nel capitolo VI applica il calcolo di compensazione al quadrilatero, ottenendo i 12 angoli compensati; nei capitoli VII ed VIII discute le determinazioni geodetiche ed astronomiche delle coordinate geografiche della Memoria, ricordando le formole atte a tener conto della curvatura delle verticali e della deviazione locale del filo a piom-

bo; e finalmente nella *Conclusione* riassume in quadri i valori di tutti gli elementi geodetici da lui calcolati e li paragona coi corrispondenti valori della Memoria internazionale. Le differenze, benchè inferiori al secondo d' arco, pure teoricamente diventano rilevanti se si considera che nella Memoria gli angoli sono dati coll' approssimazione del millesimo di secondo. E d' altra parte quando un lavoro geodetico di questo genere è costato tanti sacrifizi e tante spese per le osservazioni, non è fuori proposito pretendere che nei calcoli si tenga conto delle formole più minuziose e precise, stabilite dai matematici nelle ricerche teoretiche dell' Alta Geodesia.

La monografia del Pinar se non è del tutto completa nelle formole e rigorosa nei risultati numerici, è però originale e bella dal punto di vista del tentativo di riassumere ed applicare le formole, che la Geodesia teoretica tiene in serbo per le triangolazioni aventi lati di eccezionale lunghezza. E meglio ancora egli riesce in questo tentativo nell' Appendice (1), pubblicata nell' agosto 1894, due mesi dopo della pubblicazione della monografia principale.

Nell' Appendice il Pinar avverte che nei calcoli della Monografia ha preso un equivoco riguardo al segno della differenza fra angolo orizzontale ed angolo geodetico, equivoco che fa apparire maggiore la discordanza fra i suoi risultati e quelli della Memoria internazionale.

E quest' equivoco gli è stato gentilmente segnalato dal Dr. F. R. Helmert, l' illustre geodeta tedesco.

Cogliendo l' occasione di questa rettifica, il Pinar presenta nell' Appendice un altro metodo di aggruppamento delle riduzioni delle osservazioni angolari, proponendo un' altra formola, tolta pure come quelle del primo lavoro dalle diverse teorie trattate dallo stesso Dr. Helmert nella dotta opera : *Die mathema-*

---

(1) CONDE DE CANETE DEL PINAR. — **Apéndice al folleto titulado Algunas consideraciones sobre el Enlace geodésico y astronómico del Argelia con Espana—Madrid, 1894.**

tischen und physikalischen Theorieen der höheren Geodäsie, Leipzig, 1880; formola in cui è introdotto il coefficiente k=0,13 della refrazione laterale normale.

Infine nell' Appendice il Pinar accenna all' influenza che l' aberrazione terrestre, prodotta dal moto diurno della Terra, ha sulle visuali di lunghezza eccezionale; ma la relativa formola proposta non ci sembra, dal punto di vista teorico, completa, perchè non è tenuto conto nè dell' altitudine dei punti terrestri, nè della distanza zenitale del piano su cui si effettua il fenomeno dell' aberrazione stessa.

Nel presente lavoro noi ripigliamo dal lato puramente teorico il quesito del Pinar, ma altra generalità, altro ordine ed altro indirizzo tentiamo dargli.

In quanto alle formole geodetiche, per maggiore chiarezza, invece di estrarle tutte dalle opere di qualche autore classico, dimostriamo direttamente le meno note, ispirandoci alle teorie magistralmente esposte dal Pucci nell' opera: *Fondamenti di Geodesia*, Milano, 1883-87.

Infine per non restare esclusivamente nel campo teorico delle discussioni matematiche, faremo un' applicazione numerica delle formole col triangolo geodetico transmediterraneo Mulhacen—M' Sabiha—Filhaoussen del citato collegamento ispano-algerino, estraendo i dati dalle predette monografie del Pinar.

Ci proponiamo di studiare tutte le correzioni che si possono introdurre nella riduzione delle osservazioni e nei calcoli adatti a risolvere triangoli geodetici aventi uno o più lati di circa 300 chilometri (1).

Sieno A, B, C, (fig. 1) tre punti della superficie terrestre

(1) Nel citato collegamento ispano-algerino ci sono triangoli con lati di 270 chilometri; nella triangolazione inglese dell'India ci sono visuali di 240 e 340 chilometri (Himalaia). Cfr. PINAR, monografia cit., pag. 19.

aventi rispettivamente le latitudini geografiche φ_1, φ_2, φ_3 e le altitudini in metri h_1, h_2, h_3 (1).

Facendo stazione nel punto A e collimando agli altri due punti B e C col cannocchiale di uno strumento universale, si misuri sul cerchio orizzontale dell'universale, l'angolo orizzontale A, corrispondente all'angolo diedro formato sulla verticale della stazione A dai due piani determinati dalla stessa verticale e da ciascuno dei due punti obbiettivi B e C. Analogamente si misurino gli angoli orizzontali B e C.

Tiriamo dai punti A, B, C le rette normali, non alle superficie ellissoidiche locali, ma alla comune superficie di riferimento ellissoidica d'altitudine zero, e sieno A', B', C' le risultanti proiezioni normali (coincidenti colle proiezioni verticali quando non vi sia deviazione del filo a piombo) dei punti A, B, C sulla superficie dell'ellissoide di Bessel, ed immaginiamo tracciate le linee geodetiche $A'B'$, $B'C'$, $C'A'$. Il triangolo $A'B'C'$ così costituito dicesi triangolo geodetico: i suoi vertici, i suoi lati ed i suoi angoli sono elementi geodetici (2).

Si presentano ora le due più importanti questioni dell'alta Geodesia teoretica e pratica:

I. Dalle misure angolari eseguite effettivamente tra i punti reali A, B, C della superfichie terrestre, passare agli angoli che

---

(1) Le altitudini usualmente sono riferite al livello medio del mare, ma per maggior rigore geodetico noi le supponiamo determinate rispetto al livello della superficie di riferimento dell'ellissoide di Bessel.

(2) Le linee proiettanti AA', BB', CC' considerate fisicamente come inviluppo delle successive verticali o geodeticamente come inviluppo delle successive normali non sono linee rigorosamente rette, ma linee alquanto curve (colla concavità rivolta al polo elevato), per cui tanto la normale n (fig. 2) quanto la verticale v di un punto terrestre A non coincidono rispettivamente colla normale n' o colla verticale v' del punto A', corrispondente per proiezione fisica (A'_v) o per proiezione geodetica (A'_n) sulla superficie dell'ellissoide di Bessel. Nè è costante la deviazione δ del filo a piombo lungo la proiettante geodetica o lungo quella fisica. E però un angolo orizzontale osservato in A è riferito alla verticale v e volendolo ridurre in A'_n riferito alla normale n', oltre la correzione dovuta all'angolo formato fra le due normali n ed n', si deve applicare la correzione dovuta alla deviazione δ del filo a piombo in A: non si deve considerare la deviazione δ' in A'_n, perchè le osservazioni non furono effettivamente fatte in A'_n. Evidentemente per definizioue la n' passa per A.

rispettivamente vi corrispondono tra i punti A', B', C' immaginati sulla superficie dell' ellissoide di Bessel.

II. Noti gli angoli geodetici A_g, B_g, C_g, determinare gli angoli piani A_p, B_p, C_p che corrispondono in un triangolo piano ausiliario avente i lati lunghi quanto quelli del triangolo geodetico (1).

PARTE PRIMA

Correzioni degli angoli osservati.

§ 1.

Per passare dell'angolo A letto sul cerchio orizzontale dell'universale, all'angolo geodetico corrispondente A_g (fig. 1), bisogna applicare tre specie di correzioni:

correzioni strumentali;
correzioni fisiche;
correzioni geodetiche.

Le correzioni strumentali sono quelle dipendenti dalle costanti speciali dello strumento come l'eccentricità, gli errori di graduazione del cerchio, la collimazione, l'inclinazione, l'ineguaglianza dei perni; e però uno studio accurato e minuzioso dello strumento è assolutamente necessario nelle osservazioni geodetiche.

Le correzioni fisiche sono quelle dipendenti dalla refrazione laterale, dall' aberrazione terrestre e dalla deviazione del filo a piombo.

---

(1) Il triangolo piano ausiliario oltre a permettere di calcolare per mezzo delle formole della Trigonometria piana gli elementi ignoti del triangolo geodetico, semplifica molto il calcolo di compensazione che bisogna sempre fare prima di adottare i valori definitivi degli elementi di una rete geodetica. E d' altra parte il triangolo geodetico appartenendo ad un ellissoide, non si può risolvere direttamente che colle formole della Trigonometria ellissoidica: si può anche risolvere direttamente colle formole della Trigonometria sferica, considerando la sfera osculatrice locale o meglio coll' ausilio della rappresentazione sferica conforme di Gauss.

Quando la distanza fra la stazione A e l'obbietto B è grande, non si possono trascurare gli effetti prodotti dalla refrazione laterale e dall'aberrazione terrestre sulla visuale AB. E quando il confronto fra osservazioni geodetiche ed osservazioni astronomiche fa determinare la deviazione locale del filo a piombo, è vantaggioso rifare i calcoli, introducendo nelle correzioni degli angoli osservati anche la correzione dipendente dall' anomalia della gravità, e cioè riducendo gli angoli orizzontali a quelli che si sarebbero osservati se il filo a piombo passante per il centro dello strumento avesse coinciso colla corrispondente normale geodetica.

Le correzioni geodetiche sono quelle dipendenti dall' elevazione dei punti A, B, C sull' ellissoide di Bessel e dalla non coincidenza delle sezioni normali dell' ellissoide colle corrispondenti linee geodetiche.

Applicate all' angolo letto A le correzioni strumentali e le correzioni fisiche, si ha l' angolo che misura il diedro formato sulla normale n di A (fig. 2) dai due piani normali determinati dalla normale di A e da ciascuno dei punti obbiettivi B e C. Invece bisogna determinare prima l' angolo che misura il diedro formato sulla normale n' di A' dai due piani normali determinati dalla normale di A' e da ciascuno dei punti geodetici B' e C'; e poi passare dall'angolo delle sezioni normali in A' all'angolo geodetico A_g formato in A' dalle due linee geodetiche $A'C'$, $A'B'$.

§ 2.

Nello stabilire le formole che dànno le correzioni degli angoli osservati di un triangolo geodetico, conviene considerare per maggiore generalità e per avere una guida sicura nei segni, gli azimut dei diversi lati del triangolo.

Per azimut astronomico dell' obbietto B rispetto alla stazione A, intendesi l' angolo che il piano verticale determinato dalla

verticale di A e dal punto B forma col piano meridiano astronomico di A (1).

Per azimut geodetico dell' obbietto B rispetto alla stazione A, intendesi l' angolo che la tangente nel punto geodetico A' alla linea geodetica $A'B'$ forma con la tangente nello stesso punto al meridiano geodetico di A' (2).

Conveniamo di contare gli azimut da 0° a 360° a partire da *N.* verso *E.*, e cioè secondo il moto degl' indici di un orologio, e nello stesso senso consideriamo l' ordine ciclico della numerazione degli elementi del triangolo geodetico.

E così nella fig. 3 l' ordine degli elementi sarà:

$A, B, C; c, a, b,$ cominciando da A;

$B, C, A; a, b, c,$ cominciando da B;

$C, A, B; b, c, a,$ cominciando da C.

Dalla figura si vede chiaramente che l' angolo A è dato dalla differenza degli azimut dei due lati b e c; e siccome gli angoli di un triangolo sono essenzialmente positivi, risulta che un angolo è dato dalla differenza, sempre positiva, che si ottiene sottraendo dall' azimut del lato che nell' ordine ciclico stabilito segue, l' azimut del lato che precede, e così:

$$A = \text{az. } b - \text{az. } c$$

$$B = \text{az. } c - \text{az. } a$$

$$C = \text{az. } a - \text{az. } b.$$

Questa regola ha un' importanza capitale nello stabilire per ciascun angolo il segno delle sue correzioni che, dedurremo come differenze delle correzioni degli azimut dei due lati dell' angolo stesso.

(1) Per piano meridiano astronomico del punto A intendesi il piano determinato dalla verticale del punto A e dal polo celeste elevato.

(2) Per meridiano geodetico del punto A' intendesi la sezione normale secondo cui la superficie dell' ellissoide geodetico di riferimento, viene tagliata dal piano determinato dall' asse di rotazione e dal punto A'.

Se nell'applicare la regola, l'azimut del lato che segue risulta minore dell'azimut che precede, non bisogna fare altro che aggiungere 360° all'azimut minore. Questo caso si presenta nella fig. 4 per l'angolo B; e si ha:

$$B = \text{az. } c + 360^\circ - \text{az. } a.$$

§ 3.

Richiamiamo alcune formole fondamentali relative all'ellissoide terrestre, giovandoci della fig. 5, dove PAE è un quarto di meridiano ellittico appartenente alla superficie ellissoidica contenente il punto A terrestre di elevazione h; $P'A'E'$ è il corrispondente quarto di meridiano ellittico appartenente alla superficie ellissoidica besseliana; C è il centro comune delle superficie ellissoidiche terrestri; CE è la direzione dei semiassi equatoriali e delle ascisse; CP è la direzione dei semiassi polari e delle ordinate.

Conduciamo per A la AB normale in A all'ellisse PAE, sarà φ la latitudine geodetica del punto A.

Conduciamo per A la $AA'B'$ normale in A' all'ellisse $P'A'E$, sarà A' la proiezione normale di A sull'ellissoide di Bessel, e sarà φ_0 la latitudine geodetica di A', ossia la latitudine geodetica di A ridotta all'ellissoide di Bessel (1).

Poniamo:

$CE = a;\ CE' = a_0$ (semiassi equatoriali);
$CP = b;\ CP' = b_0$ (semiassi polari);
$AA' = h$ . . . . (altitudine);
$CF = x;\ CF' = x_0$;
$AF = y;\ A'F' = y_0$;
$AB = N;\ A'B' = N_0$ (grannormali);
$BD = \beta;\ B'D' = \beta_0$ (internormali). (2)

(1) Nella fig. 5 si ha: $ADE = \varphi$; $A'D'E' = \varphi_0$.

(2) Abbiamo apposto l'indice 0 agli elementi dell'ellissoide besseliano, per ricordare che i punti della sua superficie hanno l'altitudine zero.

L' equazione dell' ellisse *PAE*, riferita al centro *C*, è:

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1,$$

da cui differenziando si ottiene

$$tg\ \varphi = \frac{y}{x} \frac{a^2}{b^2}.$$

Risolvendo queste due equazioni rispetto alle coordinate ed introducendo l' eccentricità e (1), si ottengono le due ben note formole

$$x = \frac{a \cos \varphi}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi}};\ y = \frac{a\,(1 - e^2) \operatorname{sen} \varphi}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi}}.$$

Dalla fig. 5 si ha:

$$N = \frac{x}{\cos \varphi} = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi}};$$

$$y + CB = N \operatorname{sen} \varphi;\ CB = \frac{a\,e^2 \operatorname{sen} \varphi}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi}};$$

$$\beta = \frac{CB}{\operatorname{sen} \varphi} = \frac{a\,e^2}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi}}.$$

Si conchiude la nota formola $\frac{\beta}{N} = e^2$, la quale stabilisce il teorema seguente:

Il rapporto tra la internormale e la gran normale di un punto qualunque dell' ellisse è costante ed eguale al quadrato dell' eccentricità.

Analoghe formole si hanno per il punto A' dell'ellisse di ri-

(1) $e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2}$.

ferimento geodetico besseliana, e siccome è costante l' eccentricità e di tutti i concentrici ellissoidi terrestri, risulta

$$\frac{\beta}{N} = \frac{\beta_0}{N_0} = \text{cost.},$$

cioè è costante il rapporto tra la internormale e la gran normale comunque il punto si sposti internamente, esternamente o superficialmente nell' ellissoide terrestre.

Dalla relazione:

$$e^2 = \frac{a^2 - b^2}{a^2} = \frac{a_0^2 - b_0^2}{a_0^2},$$

si deduce

$$\frac{a - a_0}{b - b_0} = \frac{a}{b} = \frac{a_0}{b_0},$$

e quindi

$$EE' > PP',$$

cioè il quarto di corona ellittica compreso fra i due quadranti ellittici concentrici non è di uniforme larghezza, ma va gradatamente crescendo dal polo all' equatore.

Partendo dall' espressione generale del raggio di curvatura ρ di una curva piana, cioè da

$$\rho = \frac{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}},$$

si ottiene la formola

$$\rho = \frac{a\,(1 - e^2)}{\sqrt{(1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi)^3}}$$

per il raggio di curvatura dell' ellisse meridiana, nel punto A.

Il raggio poi massimo di curvatura nel punto A, è dato dalla stessa gran normale

$$N = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi}},$$

ed è il raggio della sezione normale ellissoidica facente nel punto A angolo retto colla sezione meridiana.

I raggi ρ ed N sono i raggi di curvatura principali del punto A dell' ellissoide.

Applicando il teorema di Eulero sulla curvatura delle sezioni normali di una superficie, ed indicando con ρ_α il raggio di curvatura della sezione normale in A, inclinata dell' azimut α rispetto al meridiano locale, si ha

$$\frac{1}{\rho_\alpha} = \frac{\cos^2 \alpha}{\rho} + \frac{\operatorname{sen}^2 \alpha}{N},$$

da cui

$$(1)\ \rho_\alpha = \frac{a\,(1 - e^2)}{(1 - e^2 + e^2 \cos^2 \alpha \cos^2 \varphi)\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi}}.$$

Le formole precedenti sono generali e si riferiscono a qualunque altitudine del punto A, ma nella pratica si risolvono introducendo il valore a_0 del semiasse equatoriale besseliano, e quindi i raggi di curvatura vengono determinati per i punti di altitudine zero.

§ 4.

Nella fig. 5, chiamando Ψ l'angolo $B'AB$ formato fra le due normali N ed N_0, si ha : $\varphi_0 = \varphi - \Psi$, cioè per passare dalla latitudine geodetica di un punto di elevazione h, alla latitudine

(1) Cf. PUCCI — Op. cit., Vol. I, pag. 57.

della proiezione normale di questo punto sull' ellissoide di Bessel, bisogna sempre diminuire la latitudine di un piccolo angolo Ψ che evidentemente è funzione della latitudine stessa e dell' altitudine.

Dalla figura si ha :

$$\frac{AF}{A'F'} = \frac{AD'}{A'D}\ ; \quad \frac{FC}{F'C} = \frac{AB'}{A'B'}\ ,$$

cioè

$$\frac{y}{y_0} = \frac{N_0 - \beta_0 + h}{N_0 - \beta_0} = 1 + \frac{h}{N_0 - \beta_0}\ ;$$

$$\frac{x}{x_0} = \frac{N_0 + h}{N_0} = 1 + \frac{h}{N_0}\ .$$

Si deduce:

$$\frac{y}{x} = \frac{y_0}{x_0}\ \frac{1 + \dfrac{h}{N_0 - \beta_0}}{1 + \dfrac{h}{N_0}} = \frac{y_0}{x_0}\left(1 + \frac{h\beta_0}{N_0^2 - \beta N_0} - \dots\right).$$

Per formola del paragrafo precedente si ha:

$$tg\ \varphi = \frac{y}{x}\ \frac{a^2}{b^2}\ ;$$

$$tg\ \varphi_0 = \frac{y_0}{x_0}\ \frac{a_0^2}{b_0^2} = \frac{y_0}{x_0}\ \frac{a^2}{b^2}\ ;$$

e quindi

$$\frac{tg\ \varphi}{tg\ \varphi_0} = \frac{\dfrac{y}{x}}{\dfrac{y_0}{x_0}}.$$

Si conchiude :

$$tg\ \varphi = tg\ \varphi_0 \left(1 + \frac{\beta_0\, h}{N_0^2 \left(1 - \frac{\beta_0}{N_0}\right)}\right),$$

$$tg\ \varphi = tg\ \varphi_0 \left(1 + \frac{e^2\, h}{N_0\,(1 - e^2)}\right).$$

Nella relazione $\varphi_0 = \varphi - \Psi$, il Ψ, grazie alla sua piccolezza, può considerarsi come differenziale di φ_0, e quindi

$$tg\ \varphi = tg\ \varphi_0 + \frac{\Psi}{\cos^2 \varphi_0}.$$

Dal paragone di questa relazione colla precedente espressione di $tg\,\varphi$ risulta

$$\Psi = \frac{he^2 \operatorname{sen} 2\, \varphi_0}{2\, N_0\,(1 - e^2)},$$

o meglio

$$\Psi'' = \frac{h\, e^2 \operatorname{sen} 2\, \varphi_0}{2\ a_0\,(1 - e^2) \operatorname{sen} 1''}\ \sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_0},$$

dove a_0 rappresenta il semiasse equatoriale dell' ellissoide di Bessel.

A rigore matematico, non conoscendosi φ_0, bisognerebbe risolvere la formola due volte impiegando il metodo delle successive approssimazioni, ma nella pratica non si presentano mai altitudini tali che non permettano la sostituzione di φ al luogo di φ_0 nella predetta formola.

§ 5.

Nella figura 6, l'angolo $ZAB = z$, formato fra la normale esterna della stazione A di altitudine h_1 e la retta AB passante

per il punto B di altitudine zero, dicesi distanza zenitale geometrica del punto B rispetto al punto A.

Diciamo: c la lunghezza metrica dell' arco terrestre $A'B$, sezione normale dell' ellissoide besseliano; O il centro medio di curvatura dell' arco stesso; ρ il corrispondente raggio medio di curvatura; λ l' angolo al centro.

Nel triangolo rettilineo AOB conoscendo due lati e l' angolo compreso, cioè

$$AO = \rho + h_1\,; \quad \lambda = \frac{c}{\rho}\text{ (1)}\,; \quad BO = \rho\,,$$

possiamo subito calcolare l' angolo $OAB = 180^\circ - z$, ed a tal uopo impieghiamo la formola generale di Trigonometria rettilinea

$$tg\ A = \frac{a \operatorname{sen} C}{b - a \cos C} \text{ (2)},$$

che applicata al nostro triangolo dà:

$$tg\,(180^\circ - z) = \frac{\rho \operatorname{sen} \lambda}{\rho + h_1 - \rho \cos \lambda}\,,$$

da cui

$$-\operatorname{cotg} z = \frac{h_1}{\rho \operatorname{sen} \lambda} + \frac{1 - \cos \lambda}{\operatorname{sen} \lambda}\,.$$

È questa la formola da usare per il calcolo delle distanze zenitali relative a grandi valori di c.

Quando c non è grandissimo, si può limitare alle seconde

(1) L'angolo $\lambda = \frac{c}{\rho}$ è espresso in parti di raggio, e volendolo esprimere in secondi si ha $\lambda'' = \frac{c}{\rho \operatorname{sen} 1''} = \frac{c}{\rho}\,206265''$; se poi la lunghezza c è grandissima, per avere un' espressione più esatta di λ si fa la solita conversione in gradi colla formola $\lambda^\circ = 360^\circ \frac{c}{2\pi\rho}$.

(2) Cfr. A. Serret — *Trattato di Trigonometria* (Traduzione di A. Ferrucci) — Firenze, 1856—Nota a pag. 126-127.

potenze lo sviluppo in serie delle funzioni trigonometriche di λ. Si ha

$$\text{sen}\,\lambda = \lambda = \frac{c}{\rho}; \quad 1 - \cos\lambda = \frac{\lambda^2}{2} = \frac{c^2}{2\,\rho^2},$$

e quindi

$$-\operatorname{cotg} z = \frac{h_1}{c} + \frac{c}{2\,\rho}.$$

Finalmente quando c è tanto piccolo da potere supporre $\cos\lambda = 1$, la formola diventa

$$-\operatorname{cotg} z = \frac{h_1}{c},$$

il che equivale a considerare come rettilineo il triangolo mistilineo $AA'B$ della fig. 6.

Per effetto della refrazione terrestre o geodetica, il punto B si vede da A più alto della sua vera posizione, e quindi la distanza zenitale refratta z' è minore della distanza zenitale geometrica z.

Se non ci fosse refrazione geodetica, la somma delle zenitali z_1, z_2 reciproche contemporanee di B rispetto ad A e di A rispetto a B (fig. 6), differirebbe in più da 180° dell' angolo λ.

Ed invero il triangolo AOB stabilisce

$$z_1 + z_2 - 180^\circ = \lambda.$$

Indicando con Δz il valore della refrazione geodetica, cioè ponendo

$$z_1 = z_1' + \Delta z,$$

abbiamo

$$z_1' + z_2' + 2\,\Delta z - 180^\circ = \lambda.$$

Inoltre poniamo $2\,\Delta z = n\lambda$, dove n rappresenta un coefficiente sperimentale, detto di refrazione geodetica, il quale lega la refrazione geodetica all' angolo al centro λ.

Risulta

$$z_1' + z_2' - 180^\circ = (1 - n)\,\lambda,$$

da cui

$$n = 1 - \frac{z_1' + z_2' - 180^\circ}{\lambda}.$$

Se poi λ è piccolo, si può esprimere in secondi per mezzo di sen 1'', e la formola del coefficiente di refrazione geodetica diventa

$$n = 1 - \frac{z_1' + z_2' - 180^\circ}{c}\,\rho \text{ sen } 1''.$$

Adottando con Albrecht il valore n=0,13 per il coefficiente normale di refrazione verticale geodetica (1), abbiamo

$$\Delta z = \frac{0{,}13\ \lambda}{2};$$

e quindi

$$z' = z - \frac{0{,}13\ \lambda}{2}.$$

Nel caso che c non sia grandissimo, si può ottenere diret-

---

(1) I valori più classici del coefficiente n, determinati sperimentalmente col metodo delle osservazioni zenitali reciproche contemporanee, sono:

n = 0, 1370	Bessel
n = 0, 1285	Corabeuf
n = 0, 1306	Gauss
n = 0, 12374	Struve
n = 0, 13	valore medio.

Il Pucci a pag. 242 del Vol. I dei suoi *Fondamenti di Geodesia* propone la formola

$$n = 0{,}\ 0876 + 0{,}\ 0000019c - 0{,}\ 000023\,h,$$

la quale dà valori troppo forti quando c è grande; invece la formola si accorda benissimo per piccole distanze e piccole altitudini; ed appunto in queste ultime condizioni furono fatte a Palermo le osservazioni di Venturi e Soler, per le quali il valore medio sperimentale n=0,1010 corrispose perfettamente a quello dedotto dalla formola del Pucci.

tamente z' senza bisogno di determinare prima z: infatti considerando Δz come differenziale si ha:

$$-\operatorname{cotg} z = -\operatorname{cotg} z' + \frac{\Delta z}{\operatorname{sen}^2 z}.$$

D'altra parte il valore di Δz espresso in parti di raggio è $\Delta z = \frac{0{,}13\,c}{2\rho}$; il valore di $\operatorname{sen}^2 z$ è l'unità, per essere z prossimo a 90°; e la distanza zenitale geometrica è data, per formola precedente, da

$$-\operatorname{cotg} z = \frac{h_1}{c} + \frac{c}{2\rho}.$$

Si conchiude

$$-\operatorname{cotg} z' = \frac{h_1}{c} + \frac{0{,}435\,c}{\rho}.$$

Quando c è tanto piccolo da permettere l'impiego della formola

$$-\operatorname{cotg} z = \frac{h_1}{c}$$

nella determinazione della distanza zenitale geometrica, si può impiegare la formoletta

$$-\operatorname{cotg} z' = 0{,}9216\,\frac{h_1}{c}$$

per il calcolo della distanza zenitale refratta. (1)

Finora noi nella determinazione della distanza zenitale (geometrica e refratta) del punto B rispetto al punto A, abbiamo

(1) Infatti a pag. 177 del. Vol. I dell'Astronomia del Chauvenet si trova la formola $D' = D - 0{,}0784\,D$, che lega la depressione refratta D' dell'orizzonte alla depressione geometrica D.

Per la piccolezza dell'angolo D si può porre $\operatorname{tg} D' = 0{,}9216 \operatorname{tg} D$ e d'altra parte la relazione $D = z - 90°$ dà $\operatorname{tg} D = -\operatorname{cotg} z$: si conchiude $-\operatorname{cotg} z' = -0.9216 \operatorname{cotg} z$.

supposto il punto B di altitudine zero, ora invece supporremo nella fig. 7 che B abbia l' altitudine h_2.

In questo caso cominceremo a determinare la lunghezza dell' arco c', sezione dell' ellissoide che passa per il punto B, e corrispondente all' arco c, sezione dell' ellissoide besseliano.

Sussisteranno tutte le formole precedenti, colle notazioni del triangolo :

$$BO = \rho + h_2 ,$$

$$AO = \rho + h_1 ,$$

$$\lambda = \frac{c}{\rho} ,$$

$$c' = c \frac{\rho + h_2}{\rho} ,$$

$$AA' = h_1 - h_2 .$$

E la formola rigorosa per la distanza zenitale geometrica di B rispetto ad A sarà :

$$-\operatorname{cotg} z = \frac{h_1 - h_2}{(\rho + h_2) \operatorname{sen} \lambda} + \frac{1 - \cos \lambda}{\operatorname{sen} \lambda} ,$$

dove

$$\lambda^0 = \frac{c}{2 \pi \rho} 360^\circ .$$

La formola meno rigorosa sarà:

$$-\operatorname{cotg} z = \frac{h_1 - h_2}{c \frac{\rho + h_2}{\rho}} + \frac{c}{2\rho} .$$

E la formola approssimata sarà :

$$-\operatorname{cotg} z = \frac{h_1 - h_2}{c} .$$

Le corrispondenti distanze zenitali refratte per i tre gradi di approssimazione, saranno rispettivamente:

$$z' = z - \frac{0,13}{2} \lambda^0 ;$$

$$- \operatorname{cotg} z' = \frac{h_1 - h_2}{c \frac{\rho + h_2}{\rho}} + \frac{0,435\, c}{\rho} ;$$

$$- \operatorname{cotg} z' = 0,9216 \frac{h_1 - h_2}{c'} .$$

§ 6.

Indichiamo con α_{AB} l'azimut del punto obbiettivo B di altitudine h_2, misurato dalla stazione A di altitudine h_1, e supponiamo l'azimut già corretto riguardo alle costanti strumentali: si tratta ora di applicare le correzioni geodetiche e fisiche. (1)

Dall' azimut astronomico α_{AB} si passa all' azimut astronomico $\alpha_{AB'}$ del punto geodetico B' (proiezione normale di B), applicando una correzione dipendente dall' altitudine h_2, dal lato c, dalle latitudini geografiche φ_1, φ_2 dei due punti, e dall' azimut stesso α.

Nella fig. 8, grazie all' indipendenza degli errori, supponiamo che il punto A (stazione) appartenga all' ellissoide di riferimento besseliano, cioè supponiamo zero l'altitudine h_1.

Sia P il polo terrestre elevato, il boreale, e sia PA l' arco di meridiano colatitudine del punto A.

Quando dalla stazione A si mira al punto B si determina l' azimut $PAB'' = \alpha_{AB}$ del piano normale condotto per la nor-

(1) Nella determinazione delle correzioni dell' azimut, grazie alla piccolezza delle correzioni stesse, si ammette l' indipendenza degli errori, cioè l' azimut che entra in ciascuna formola si considera corretto, mentre nel conteggio s' introduce il valore affetto dagli errori. A rigore matematico si dovrebbe applicare il metodo delle successive approssimazioni.

male AE e per il punto B, essendo B'' l' intersezione della EB coll' ellissoide di riferimento.

Sia invece B' la proiezione normale di B sull' ellissoide di riferimento, sarà PAB' l' azimut $\alpha_{AB'}$ da noi cercato in questo paragrafo. Evidentemente i punti B' e B'' appartenendo a due rette condotte dal punto B e che incontrano l' asse polare, si trovano sul meridiano geodetico $PB'B''$ del punto B.

Chiamando y l' angoletto $B'AB''$, si ha:

$$\alpha_{AB'} = \alpha_{AB} - y.$$

Il triangolo $BB'B''$ è rettangolo in B', e per la piccolezza dell' arco $B'B''$ si può supporre completamente rettilineo; ed indicando con γ l' angoletto formato in B dalla normale BD e dalla retta BE, si ha

$$B'B'' = h_2 \operatorname{tg} \gamma.$$

Il triangolo DBE dà

$$\operatorname{sen} \gamma = \frac{DE \cos \varphi_2}{DB} \text{ (1)}.$$

Per formole del § 3 si ha:

$$DB = \frac{a}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_2}};$$

$$CE = \frac{ae^2 \operatorname{sen} \varphi_1}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_1}}; \quad CD = \frac{ae^2 \operatorname{sen} \varphi_2}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_2}};$$

$$DE = CE - CD = ae^2 \left(\frac{\operatorname{sen} \varphi_1}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_1}} - \frac{\operatorname{sen} \varphi_2}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_2}} \right).$$

(1) A rigore, dalla fig. 8 si ha $\operatorname{sen} \gamma = \frac{DE \operatorname{sen} DEB}{DB}$, ma per la piccolezza dell' angolo γ, le due rette BD e BE si possono considerare come parallele, e quindi $90^\circ - \varphi_2 = DEB$.

Con sufficiente approssimazione si può porre:

$$DE = \frac{ae^2}{\sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_2}} (\operatorname{sen} \varphi_1 - \operatorname{sen} \varphi_2).$$

Risulta

$$\operatorname{sen} \gamma = e^2 \cos \varphi_2 (\operatorname{sen} \varphi_1 - \operatorname{sen} \varphi_2).$$

Ora l'angolo γ essendo piccolissimo, si ha sen $\gamma = \operatorname{tg} \gamma$, e quindi

$$B'B'' = h_2 \, e^2 \cos \varphi_2 (\operatorname{sen} \varphi_1 - \operatorname{sen} \varphi_2),$$

$$B'B'' = 2 \, h_2 \, e^2 \cos \varphi_2 \operatorname{sen} \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}.$$

Nella fig. 8 considerando come sferico il triangolo $AB'B''$, abbiamo:

$$\frac{\operatorname{sen} \frac{B'B''}{\rho}}{\operatorname{sen} y} = \frac{\operatorname{sen} \frac{c}{\rho}}{\operatorname{sen} AB''B'},$$

dove ρ è il raggio medio di curvatura del triangolo stesso. Risolvendo rispetto ad y'', si trova

$$y'' = \frac{B'B'' \operatorname{sen} AB''B'}{c \operatorname{sen} 1''}.$$

Per la piccolezza del lato c rispetto agli altri due lati del triangolo geografico APB', possiamo supporre paralleli i due meridiani relativi ai punti A e B', e con approssimazione sufficiente si ha:

$$AB''B' = 180^\circ - PAB'' = 180^\circ - \alpha.$$

Conchiudiamo:

$$y'' = \frac{2 \, h_2 \, e^2}{c \operatorname{sen} 1''} \cos \varphi_2 \operatorname{sen} \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \operatorname{sen} \alpha; \text{(1)} \quad \alpha_{AB'} = \alpha_{AB} - y.$$

(1) Cfr. PUCCI — Op. cit. Vol. I. pag. 220, form. 59.

§ 7.

Dall' azimut astronomico $\alpha_{AB'}$ si passa all' azimut astronomico $\alpha_{A'B'}$ del punto geodetico B' rispetto al punto geodetico A' (proiezione normale della stazione A), applicando una correzione dipendente dall' altitudine h_1 e dalla latitudine φ_1 del punto A, dal lato c e dall' azimut stesso α.

Nella fig. 9, sia P il polo celeste elevato, $PA''A'$ il meridiano astronomico della stazione A, B' la proiezione dell' obbietto B dall' occhio dell' osservatore sulla volta celeste (B è supposto d' altitudine zero), A'' lo zenit dell' osservatore, A' lo zenit dell' osservatore supposto sull' ellissoide di Bessel nel punto proiezione normale di A.

Evidentemente $A'A''$ è la correzione negativa d' applicare alla latitudine φ_1 della stazione per ridurla all' ellissoide di Bessel, e per la formola del § 4 si ha:

$$A''A' = \frac{h_1\, e^2 \operatorname{sen} 2\,\varphi_1}{2\, a_0\,(1 - e^2) \operatorname{sen} 1''} \sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_1}\,,$$

$$\varphi'_1 = \varphi_1 - A'A''.$$

Nella fig. 9 ponendo

$$PA''B' = \alpha_{AB'};\quad PA'B' = \alpha_{A'B'};\quad A''B' = z$$

(z, distanza zenitale di B'), il triangolo sferico celeste $A'A''B'$ ci dà:

$$\operatorname{cotg} z \operatorname{sen} A''A' = \cos A''A' \cos (180^\circ - \alpha_{AB'}) + \operatorname{sen} (180^\circ - \alpha_{AB'}) \operatorname{cotg} \alpha_{A'B'},$$

da cui, grazie alla piccolezza dell' arco $A''A'$, si ottiene:

$$\operatorname{cotg} \alpha_{A'B'} = \operatorname{cotg} \alpha_{AB'} + \frac{\operatorname{cotg} z\, (A''A')'' \operatorname{sen} 1''}{\operatorname{sen} \alpha_{AB'}}\,.$$

Ponendo $\alpha_{A'B'} = \alpha_{AB'} - x$, possiamo considerare x come un differenziale, e quindi

$$\cot g\, \alpha_{A'B'} = \cot g\, \alpha_{AB'} + \frac{x}{\operatorname{sen}^2 \alpha_{AB'}}.$$

Il paragone di queste due relazioni e la precedente espressione di $A''A'$ ci fanno conchiudere :

$$x'' = \frac{h_1\, e^2 \operatorname{sen} 2\, \varphi_1}{2\, a_0\, (1 - e^2) \operatorname{sen} 1''} \sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_1} \operatorname{sen} \alpha_{AB'} \cot g\, z\,,$$

dove cotg z si calcola colle formole del § 5.

E si ha :

$$\alpha_{A'B'} = \alpha_{AB'} - x.$$

§ 8.

Stabiliamo ora la correzione dell' azimut dovuta all' aberrazione terrestre.

La velocità per minuto secondo di tempo medio della rotazione diurna terrestre sul parallelo della stazione A, alla superficie dell' elissoide di Bessel, è:

$$465^m, 07 \cos \varphi_1\,,$$

ed all' altitudine h_1 è:

$$v_1 = 465^m, 07 \left(\cos \varphi_1 + \frac{h_1}{a_0}\right).$$

La velocità v_2 sul parallelo del punto B ed all'altitudine h_2 è:

$$v_2 = 465^m, 07 \left(\cos \varphi_2 + \frac{h_2}{a_0}\right).$$

Tra l' obbietto B e la stazione A c' è quindi la differenza di velocità

$$v_2 - v_1 = 465^{m}, 07 \left(\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1 + \frac{h_2 - h_1}{a_0}\right).$$

D' altra parte in un secondo di tempo medio la luce percorre 308314000 metri: ne segue che per legge del moto relativo, il punto B viene visto da A non secondo l' azimut astronomico NAB (fig. 10), ma secondo la diagonale del parallelogrammo fatto colla velocità V della luce e colla velocità relativa Δv, differenza delle velocità diurne di B ed A.

Chiamando u la correzione d' applicare all' azimut astronomico aberrato $\alpha_{A'B'}$ per avere l' azimut vero α, il triangolo delle velocità (fig. 10) dà:

$$\frac{\Delta v}{V} = \frac{\text{sen } u}{\text{sen } (\alpha - u - 90^\circ)},$$

da cui, con sufficiente approssimazione, si deduce:

$$u'' = -\frac{465.07 \left(\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1 + \frac{h_2 - h_1}{a_0}\right)}{308\,314\,000} \frac{\cos \alpha}{\text{sen } 1''}.$$

In verità l' aberrazione u non avviene nel piano orizzontale dell' azimut, ma si effettua nel piano inclinato in A alla verticale, di quanto è la distanza zenitale refratta z del punto B.

Per passare dall' angoletto u all' angoletto U ridotto all'orizzonte, impieghiamo la formola generale per tale riduzione (1), ed

(1) « Suppongasi che nel punto di stazione C siensi misurati tra i punti terrestri A e B l' angolo ACB comunque situtato nello spazio, e le distanze zenitali ZCA, ZCB: si voglia conoscere l' angolo $A'CB'$, proiezione di ACB all' orizzonte: si avrà:

$$\text{sen } \frac{1}{2} C' = \sqrt{\frac{\text{sen } (p - z) \text{ sen } (p - z')}{\text{sen } z \text{ sen } z'}},$$

dove
$$p = \frac{z + z' + C}{2}. »$$

SCHIAVONI — *Principii di Geodesia* — Napoli, 1880 — Vol. II, pag. 146.

osservando che nel triangolo sferico ausiliario i tre lati sono u z, z, di cui due eguali, il semiperimetro viene $p = z + \frac{u}{2}$, e conseguentemente

$$U'' = \frac{u''}{\text{sen } z}.$$

Conchiudiamo:

$$U'' = -\frac{465.07\left(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1 + \frac{h_2 - h_1}{a_0}\right)}{308\,314\,000} \frac{\cos\alpha}{\text{sen } z \text{ sen } 1''};$$

$$\alpha = \alpha_{A'B'} + U.$$

§ 9.

Nella fig. 11, Z_m sia lo zenit matematico dell' osservatore e Z_d sia lo zenit deviato, corrispondente alla direzione effettiva del filo a piombo. Tracciamo l' archetto di cerchio massimo $Z_d Z'_d$ perpendicolare al meridiano non deviato e completiamo in Z_d'' il rettangolo di deviazione: la diagonale $Z_m Z_d$ rappresenta la deviazione totale, mentre i due lati ξ e η rappresentano rispettivamente la deviazione in latitudine e la deviazione in longitudine, espresse entrambo in arco di cerchio massimo.

Sia B l' incontro della visuale AB colla volta celeste, e considerando la sola deviazione ξ in latitudine, si tratta di passare dall' azimut astronomico osservato $P Z'_d B$ all' azimut $P Z_m B$. Indicando con z la distanza zenitale del punto B, il triangolo sferico $Z_m Z'_d B$ dà:

$$\text{cotg } z \text{ sen } \xi = \cos\xi \cos\alpha_d + \text{sen } \alpha_d \text{ cotg } (180^\circ - \alpha_m).$$

Per la piccolezza di ξ si ha:

$$\text{cotg } z\, \xi'' \text{ sen } 1'' = \frac{\text{sen } (\alpha_m - \alpha_d)}{\text{sen } \alpha_m}.$$

E per la piccolezza di $(\alpha_m - \alpha_d)''$ si conchiude:

$$\alpha_m = \alpha_d + \xi'' \text{ sen } \alpha_m \text{ cotg } z .$$

Analogamente considerando la sola deviazione (ortodromica) η in longitudine, il triangolo sferico $Z_m\, B\, Z''_d$ della fig. 12 ci dà:

$$\text{cotg } z \text{ sen } \eta = \cos \eta \cos (\alpha_d - 90^\circ) + \text{sen } (\alpha_d - 90^\circ) \text{ cotg } (270^\circ - \alpha_m),$$

da cui per la piccolezza di η si ha:

$$\text{cotg } z\, \eta'' \text{ sen } 1'' = \frac{\text{sen } (\alpha_d - \alpha_m)}{\cos \alpha_m}.$$

E per la piccolezza di $(\alpha_d - \alpha_m)''$ si conchiude:

$$\alpha_m = \alpha_d - \eta'' \cos \alpha_m \text{ cotg } z .$$

Riunendo le due correzioni, abbiamo che dall'azimut α_d relativo allo zenit deviato, si passa all'azimut α_m relativo allo zenit matematico, per mezzo delle formole

$$\alpha_m = \alpha_d + V,$$

$$V'' = (\xi'' \text{ sen } \alpha - \eta'' \cos \alpha) \text{ cotg } z .$$

§ 10.

Dopo applicate tutte le correzioni studiate nei paragrafi precedenti, si ottiene l' azimut astronomico corretto dell'obbietto B rispetto alla stazione A, cioè l' angolo che il piano normale determinato dalla normale geodetica in A e dalla proiezione normale B' di B sull' ellisoide di Bessel, forma col piano del meridiano geodetico del punto A: in altri termini si è determinato l' angolo che nel punto A' (proiezione normale della stazione

sull' ellissoide di Bessel) l'arco $A'B'$ di sezione normale dell' ellissoide forma col meridiano geodetico di A'.

Invece a noi occorre l' azimut geodetico dell' obbietto B rispetto alla stazione A, cioè l' angolo che l' arco geodetico $A'B'$ forma col meridiano geodetico di A'.

Indicando con α_g ed α_a rispettivamente l' azimut geodetico e l' astronomico, poniamo

$$\alpha_g = \alpha_a - \delta ,$$

dove δ rappresenta la deviazione azimutale fra l' arco di sezione normale e l' arco di geodetica (fig. 13).

Il teorema di Dalby relativo agli azimut astronomici reciproci, esteso agli azimut geodetici rociproci, dà un metodo elegante per la determinazione della differenza δ fra l' azimut astronomico e l' azimut geodetico.

Estragghiamo di peso dal Pucci (1) la relativa formola:

$$\delta'' = \frac{e^2 c^2 \cos^2 \varphi_1 \operatorname{sen} \alpha_g}{6 a_0^2 \operatorname{sen} 1''} \left(\cos \alpha_g - \frac{c}{4 a_0} \operatorname{tg} \varphi_1\right).$$

La refrazione terrestre laterale normale tende a deviare azimutalmente la visuale AB, nel senso da diminuire la correzione δ da applicare all' azimut astronomico per avere il geodetico.

Il Pinar nell' Appendice propone la formola

$$\delta''_r = (1 - k)\, \delta'',$$

e dà al coefficiente normale k della refrazione laterale il valore 0,13.

Tenendo conto della refrazione laterale, la precedente formola del Pucci diventa

$$\delta''_r = 0{,}87\, \frac{e^2 c^2 \cos^2 \varphi_1 \operatorname{sen} \alpha}{6 a_0^2 \operatorname{sen} 1''} \left(\cos \alpha - \frac{c}{4 a_0} \operatorname{tg} \varphi_1\right),$$

(1) *Fondamenti di Geodesia* — Vol. II, pag. 187, form. 126.

dove al posto di α_g abbiamo messo α, grazie al piccolo valore della differenza δ. In ogni modo, volendo essere rigorosissimi, si risolverà la formola due volte col metodo delle successive approssimazioni.

§ 11.

Riepilogando tutte le correzioni precedenti, si ha che dall' azimut osservato α^{AB}, già corretto delle costanti strumentali, si passa all' azimut geodetico α_g^{AB} per mezzo della formola

$$\alpha_g^{AB} = \alpha^{AB} - \frac{2\,h_2\,e^2}{c \operatorname{sen} 1''} \cos\varphi_2 \operatorname{sen}\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}\cos\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}\operatorname{sen}\alpha$$

$$- \operatorname{sen} 2\varphi_1 \frac{h_1\,e^2\sqrt{1-e^2\operatorname{sen}^2\varphi_1}}{2\,a_0 \operatorname{sen} 1''\,(1-e^2)} \operatorname{sen}\alpha \operatorname{cotg} z$$

$$- \frac{465.07\left(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1 + \dfrac{h_2-h_1}{a_0}\right)}{308\,314\,000}\,\frac{\cos\alpha}{\operatorname{sen} z \operatorname{sen} 1''}$$

$$+ (\xi'' \operatorname{sen}\alpha - \eta'' \cos\alpha) \operatorname{cotg} z$$

$$- 0{,}87\,\frac{e^2\,c^2\cos^2\varphi_1\operatorname{sen}\alpha}{6\;a_0^2\operatorname{sen} 1''}\left(\cos\alpha - \frac{c}{4\,a_0}\operatorname{tg}\varphi_1\right).$$

I valori numerici degli elementi costanti di questa formola sono:

$a_0 =$ metri 6 377 397, 155 ; $\log a_0 = 6{,}8046434.637$

$e^2 =$ 0, 006674372096; $\log e^2 = 7{,}8244104.149-10$;

$1-e^2 =$ 0, 993325627904; $\log (1-e^2) = 9{,}9970916.405-10$;

$\operatorname{sen} 1'' = \dfrac{1}{206\,264,\,804} = 0{,}0000048481368$; $\log \operatorname{sen} 1'' = 4{,}6855748.668-10$.

Mettendo in evidenza i coefficienti numerici, la formola diventa:

$$\alpha_g^{AB} = \alpha^{AB} - \mathbf{A}\,\frac{h_2}{c}\cos\varphi_2\,\mathrm{sen}\,\frac{\varphi_1-\varphi_2}{2}\cos\frac{\varphi_1+\varphi_2}{2}\,\mathrm{sen}\,\alpha$$

$$- \mathbf{B}\,(\mathrm{sen}\,2\,\varphi_1)\,h_1\sqrt{1-e^2\,\mathrm{sen}^2\varphi_1}\;\mathrm{sen}\,\alpha\,\mathrm{cotg}\,z$$

$$- \mathbf{C}\left(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1 + \frac{h_2-h_1}{a_0}\right)\frac{\cos\alpha}{\mathrm{sen}\,z}$$

$$+ (\xi''\,\mathrm{sen}\,\alpha - \eta''\cos\alpha)\,\mathrm{cotg}\,z$$

$$- \mathbf{D}\,c^2\cos^2\varphi_1\,\mathrm{sen}\,\alpha\,(\cos\alpha - \frac{c}{4\,a_0}\,\mathrm{tg}\,\varphi_1),$$

dove

$$\mathbf{A} = \frac{2\,e^2}{\mathrm{sen}\,1''}; \qquad \log \mathbf{A} = 3{,}4398655\,;$$

$$\mathbf{B} = \frac{e^2}{2\,a_0\,(1-e^2)\,\mathrm{sen}\,1''}; \qquad \log \mathbf{B} = 6{,}0360704 - 10\,;$$

$$\mathbf{C} = \frac{465,\,07}{308\,314\,000\;\mathrm{sen}\,1''}; \qquad \log \mathbf{C} = 9{,}4929502 - 10\,;$$

$$\mathbf{D} = \frac{0,\,87\,e^2}{6\,a_0^2\,\mathrm{sen}\,1''}; \qquad \log \mathbf{D} = 8{,}6909166 - 20.$$

Per il calcolo della distanza zenitale z occore il valore di

$$\rho_\alpha = \frac{a_0\,(1-e^2)}{(1-e^2+e^2\cos^2\alpha\cos^2\varphi)\sqrt{1-e^2\,\mathrm{sen}^2\varphi}}\ \text{(1)},$$

valore che può estrarsi dalla Tavola 35_f dell' Albrecht (2). Per latitudine φ bisogna prendere la latitudine media del lato c.

(1) Cfr. § 3.

(2) Dr. TH. ALBRECHT. *Formeln und Hülfstafeln für geographische Ortsbestimmungen* — Leipzig, 1894.

Infine osserviamo che in questi calcoli di alta precisione bisogna impiegare i logaritmi a dieci cifre decimali. (1)

§ 12.

Se gli angoli osservati sono gli azimut dei lati d' un triangolo geodetico, allora, ottenuti colla formola del paragrafo precedente gli azimut geodetici, ciascun angolo geodetico del triangolo si ottiene sottraendo dall' azimut geodetico del lato che, nell' ordine ciclico stabilito nel § 2, segue, l' azimut del lato che precede; e così giovandoci della fig. 14 avremo:

$$A_g = \alpha_g^{AC} - \alpha_g^{AB}$$

$$B_g = \alpha_g^{BA} - \alpha_g^{BC}$$

$$C_g = \alpha_g^{CB} - \alpha_g^{CA}.$$

In questo modo ogni angolo risulterà sempre positivo, perchè gli azimut nell' ordine ciclico stabilito aumentano sempre.

Se invece gli angoli osservati sono gli angoli del triangolo geodetico, allora bisogna sempre conoscere gli azimut, per lo meno approssimati, dei lati, e per passare da ciascun angolo osservato al corrispondente geodetico, bisogna applicare al primo una correzione che è data dalla differenza tra i termini correttivi della formola del paragrafo precedente, relativa al lato che nel solito ordine ciclico segue, ed i termini correttivi corrispondenti della stessa formola relativa al lato che precede.

---

(1) Non potemmo procurarci il *Thesaurus logarithmorum completus* di Vega (Lipsia 1794), benchè ci fossimo rivolti per mezzo della Biblioteca Universitaria di Catania, a quella di Roma ed a quella di Napoli.

Avremo, indicando con A, B, C gli angoli osservati:

$$
\begin{aligned}
A_g = A - \mathbf{A} \Big\{ & \left(\frac{h_3}{b} \cos\varphi_3 \operatorname{sen} \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{2} \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_3}{2} \operatorname{sen} \alpha^{AC}\right) \\
& - \left(\frac{h_2}{c} \cos\varphi_2 \operatorname{sen} \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \operatorname{sen} \alpha^{AB}\right) \Big\} \\
& - \mathbf{B} \operatorname{sen} 2\varphi_1\, h_1 \sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_1} \left(\operatorname{sen} \alpha^{AC} \operatorname{cotg} z^{AC'} - \operatorname{sen} \alpha^{AB} \operatorname{cotg} z^{AB'} \right) \\
& - \mathbf{C} \Big\{ \left(\cos\varphi_3 - \cos\varphi_1 + \frac{h_3 - h_1}{a_0}\right) \frac{\cos \alpha^{AC}}{\operatorname{sen} z^{AC}} \\
& - \left(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1 + \frac{h_2 - h_1}{a_0}\right) \frac{\cos \alpha^{AB}}{\operatorname{sen} z^{AB}} \Big\} \\
& + \left(\xi''_1 \operatorname{sen} \alpha^{AC} - \eta''_1 \cos \alpha^{AC}\right) \operatorname{cotg} z^{AC} - \left(\xi''_1 \operatorname{sen} \alpha^{AB} - \eta''_1 \cos \alpha^{AB}\right) \operatorname{cotg} z^{AB} \\
& - \mathbf{D} \cos^2 \varphi_1 \Big\{ b^2 \operatorname{sen} \alpha^{AC} \left(\cos \alpha^{AC} - \frac{b}{4\,a_0} \operatorname{tg} \varphi_1\right) \\
& - c^2 \operatorname{sen} \alpha^{AB} \left(\cos \alpha^{AB} - \frac{c}{4\,a_0} \operatorname{tg} \varphi_1\right) \Big\}.
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
B_g = B - \mathbf{A} \Big\{ & \left(\frac{h_1}{c} \cos\varphi_1 \operatorname{sen} \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} \cos \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2} \operatorname{sen} \alpha^{BA}\right) \\
& - \left(\frac{h_3}{a} \cos\varphi_3 \operatorname{sen} \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{2} \cos \frac{\varphi_2 + \varphi_3}{2} \operatorname{sen} \alpha^{BC}\right) \Big\} \\
& - \mathbf{B} \operatorname{sen} 2\varphi_2\, h_2 \sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_2} \left(\operatorname{sen} \alpha^{BA} \operatorname{cotg} z^{BA'} - \operatorname{sen} \alpha^{BC} \operatorname{cotg} z^{BC'} \right) \\
& - \mathbf{C} \Big\{ \left(\cos\varphi_1 - \cos\varphi_2 + \frac{h_1 - h_2}{a_0}\right) \frac{\cos \alpha^{BA}}{\operatorname{sen} z^{BA}} \\
& - \left(\cos\varphi_3 - \cos\varphi_2 + \frac{h_3 - h_2}{a_0}\right) \frac{\cos \alpha^{BC}}{\operatorname{sen} z^{BC}} \Big\} \\
& + \left(\xi''_2 \operatorname{sen} \alpha^{BA} - \eta''_2 \cos \alpha^{BA}\right) \operatorname{cotg} z^{BA} - \left(\xi''_2 \operatorname{sen} \alpha^{BC} - \eta''_2 \cos \alpha^{BC}\right) \operatorname{cotg} z^{BC} \\
& - \mathbf{D} \cos^2 \varphi_2 \Big\{ c^2 \operatorname{sen} \alpha^{BA} \left(\cos \alpha^{BA} - \frac{c}{4\,a_0} \operatorname{tg} \varphi_2\right) \\
& - a^2 \operatorname{sen} \alpha^{BC} \left(\cos \alpha^{BC} - \frac{a}{4\,a_0} \operatorname{tg} \varphi_2\right) \Big\}.
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
C_g = C - \mathbf{A} \Big\{ & \left(\frac{h_2}{a} \cos\varphi_2 \operatorname{sen} \frac{\varphi_3 - \varphi_2}{2} \cos \frac{\varphi_3 + \varphi_2}{2} \operatorname{sen} \alpha^{CB} \right) \\
& - \left(\frac{h_1}{b} \cos\varphi_1 \operatorname{sen} \frac{\varphi_3 - \varphi_1}{2} \cos \frac{\varphi_3 + \varphi_1}{2} \operatorname{sen} \alpha^{CA} \right) \Big\} \\
& - \mathbf{B} \operatorname{sen} 2\varphi_3 \, h_3 \sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_3} \left(\operatorname{sen} \alpha^{CB} \operatorname{cotg} z^{CB} - \operatorname{sen} \alpha^{CA} \operatorname{cotg} z^{CA'} \right) \\
& - \mathbf{C} \Big\{ \left(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_3 + \frac{h_2 - h_3}{a_0} \right) \frac{\cos \alpha^{CB}}{\operatorname{sen} z^{CB}} \\
& - \left(\cos\varphi_1 - \cos\varphi_3 + \frac{h_1 - h_3}{a_0} \right) \frac{\cos \alpha^{CA}}{\operatorname{sen} z^{CA}} \Big\} \\
& + \left(\xi_3'' \operatorname{sen} \alpha^{CB} - \eta_3'' \cos \alpha^{CB} \right) \operatorname{cotg} z^{CB} - \left(\xi_3'' \operatorname{sen} \alpha^{CA} - \eta_3'' \cos \alpha^{CA} \right) \operatorname{cotg} z^{CA} \\
& - \mathbf{D} \cos^2 \varphi_3 \Big\{ a^2 \operatorname{sen} \alpha^{CB} \left(\cos \alpha^{CB} - \frac{a}{4\, a_0} \operatorname{tg} \varphi_3 \right) \\
& - b^2 \operatorname{sen} \alpha^{CA} \left(\cos \alpha^{CA} - \frac{b}{4\, a_0} \operatorname{tg} \varphi_3 \right) \Big\} .
\end{aligned}
$$

PARTE SECONDA

Determinazione degli angoli del triangolo piano ausiliario.

§ 13.

« La misura K della curvatura in un punto di una superficie è data da una frazione il cui numeratore è l'unità e il denominatore è il prodotto dei raggi ρ, N di curvatura principali. » (1)

« La media geometrica $R = \sqrt{\rho N}$ dei raggi di curvatura principali in un punto di una superficie, corrisponde alla media aritmetica dell' infinito numero di raggi di curvatura di tutte le sezioni normali che passano per questo punto. Questa proprietà mostra la intimità, per così dire, della superficie, in prossimità del punto considerato, colla sfera descritta per questo punto col centro sulla normale e con un raggio eguale a R. Alcuni autori hanno dato a tale sfera il nome di *sfera osculatrice.* » (2)

Se si limita nel campo di una data superficie attorno ad un punto M una piccola area σ, e se dal centro di una sfera di raggio *uno* si conducono i raggi paralleli alle normali relative al contorno di σ, si vien ad intercettare sulla sfera ausiliaria una piccola area σ', che dicesi rappresentazione sferica gaussiana dell' area σ.

Ed al punto M corrisponderà nell' interno di σ' un punto M', il cui raggio sarà parallelo alla normale del punto M.

---

(1) Cfr. Pucci — Op. cit. vol. I, pag. 29.
(2) Cfr. Pucci — Op. cit. vol. I, pag. 53-54.

Ora la misura $K = \frac{1}{\rho N}$ della curvatura nel punto M della data superficie, in Geometria Differenziale (Cfr. Bianchi), si definisce anche come il limite cui tende il rapporto $\frac{\sigma'}{\sigma}$ quando l'area σ si restringa indefinitamente intorno al punto M. Avremo quindi:

$$K = \frac{d\sigma'}{d\sigma} .$$

L'area $\int_{\sigma'} d\sigma'$ della figura che sulla sfera di Gauss corrisponde ad una porzione finita della superficie data, porzione la cui area è misurata dall' integrale $\int_{\sigma} d\sigma$, dicesi curvatura totale o curvatura integrale (Pucci) della porzione finita di superficie. E si ha:

$$\int_{\sigma'} d\sigma' = \int_{\sigma} K d\sigma.$$

Conchiudiamo che la curvatura integrale K_i di una porzione finita σ di superficie, è la somma dei prodotti di ogni elemento di area del campo per la curvatura che compete all' elemento considerato.

Nel caso che la superficie fosse a curvatura costante si avrebbe:

$$K_i = K\sigma ,$$

cioè una porzione limitata di superficie a curvatura costante ha la curvatura integrale, ossia l' area della sua rappresentazione sferica gaussiana, proporzionale alla sua area stessa.

Per il teorema di Gauss sui triangoli geodetici, la curvatura totale od integrale d'un triangolo geodetico è misurata dall' eccesso E della somma dei suoi tre angoli sopra due angoli retti, cioè:

$$K_i = A + B + C - \pi = E .$$

E se il triangolo geodetico appartiene ad una superficie a curvatura costante K, si ha:

$$K\sigma = E.$$

E quindi indicando con ε l'eccesso sferico di un triangolo sferico, la cui area indichiamo con S, si ha:

$$KS = \varepsilon.$$

Chiamiamo curvatura media K_m di una porzione limitata di superficie a curvatura non costante, il rapporto fra la curvatura integrale e l'area della porzione stessa di superficie, cioè:

$$K_m = \frac{K_i}{\sigma} = \frac{\int_\sigma K d\sigma}{\int_\sigma d\sigma}.$$

E se la porzione limitata di superficie cui si riferisce K_m è un triangolo geodetico, per il predetto teorema di Gauss si ha:

$$K_m \sigma = E.$$

Conchiudiamo che la curvatura media di un triangolo geodetico a curvatura non costante soddisfa alla stessa relazione analitica cui soddisfa la curvatura costante d' un triangolo sferico.

E come le aree dei triangoli sferici sono proporzionali ai loro eccessi sferici, così le aree dei triangoli geodetici aventi la stessa curvatura media, sono proporzionali ai loro eccessi geodetici.

Ciascun angolo geodetico si può rigorosamente considerare come sferico sulla sfera osculatrice relativa al suo vertice geode-

tico, la quale sfera ha per raggio la media geometrica ($R = \sqrt{\rho N}$) dei raggi di curvatura delle sezioni normali principali (meridiana e d'azimut retto), pure relative al vertice stesso.

Si può anche dire che il quadrato del raggio della sfera osculatrice è uguale all'inverso della curvatura nel vertice dell'angolo stesso, cioè:

$$R^2 = \frac{1}{K} \cdot$$

Complessivamente, ma con minor rigore, un triangolo geodetico si può considerare come sferico, cioè a curvatura costante, sulla sfera osculatrice relativa ad un punto O interno del triangolo geodetico e scelto in modo che la curvatura K_0 di questo punto interno abbia un valore intermedio tra i valori K_1, K_2, K_3 dei tre vertici (1), e quindi anche il corrispondente raggio R_0 della sfera osculatrice avrà una lunghezza intermedia tra le lunghezze dei raggi R_1, R_2, R_3 delle sfere osculatrici relative ai tre vertici stessi, ed il centro C_0 sarà un punto intermedio fra i centri C_1, C_2, C_3 delle tre sfere osculatrici stesse.

Determinato in un modo qualunque questo raggio $R_0 = \frac{1}{\sqrt{K_0}}$ della sfera osculatrice relativa al punto di curvatura media ellissoidica del triangolo geodetico, si può senza errore sensibile applicare il teorema di Legendre per dedurre dagli angoli geodetici A_g, B_g, C_g i corrispondenti angoli A_p, B_p, C_p del triangolo piano

---

(1) Il valore ideale di K_0 sarebbe la media aritmetica dell'infinito numero di curvature K corrispondenti all'infinito numero di punti costituenti la superficie ellissoidica del triangolo geodetico, od anche con migliore definizione analitica sarebbe la curvatura media K_m del triangolo, la quale è data dal rapporto fra la curvatura integrale e l'area del triangolo, ossia dal rapporto fra l'eccesso ellissoidico e l'area del triangolo; ma noi non conosciamo il valore di questo eccesso ellissoidico, ed anzi cerchiamo stabilire K_0 per potere calcolare l'eccesso ausiliario sferico ε; epperò colla voce curvatura media del triangolo geodetico ellissoidico, intendiamo il qualunque valore K_0 adottato, intermedio tra i valori K_1, K_2, K_3 relativi ai tre vertici.

ausiliario, e basterà sottrarre a ciascun angolo geodetico il terzo dell'eccesso sferico ε'', calcolato colla formola

$$\varepsilon'' = \frac{h'' S}{R_0^2} \left(1 + \frac{a^2 + b^2 + c^2}{24\, R_0^2} \right) \ldots\ldots \text{(1)},$$

dove h'' rappresenta il raggio unità espresso in secondi di arco (2), S la superficie del triangolo piano (equivalente a quella del geodetico) espressa in m. q.; a, b, c rappresentano i tre lati del triangolo espressi in metri; anche R_0 è espresso in metri.

Ma

$$S = \frac{ab \operatorname{sen} C_p}{2},$$

quindi:

$$\varepsilon'' = \frac{ab \operatorname{sen} C_p}{2\, R_0^2 \operatorname{sen} 1''} \left(1 + \frac{a^2 + b^2 + c^2}{24\, R_0^2} \right). \text{ (3)}$$

Sostituendo K_0 al posto di $\frac{1}{R_0^2}$, si ha:

$$\varepsilon'' = \frac{ab \operatorname{sen} C_p}{2 \operatorname{sen} 1''} K_0 \left(1 + \frac{a^2 + b^2 + c^2}{24} K_0 \right).$$

Ricordando che la curvatura sull' ellissoide non è costante, e che in generale attorno ad un punto appartenente ad una superficie curva continua e finita, si può considerare dentro un dato limite di approssimazione, come piano, un maggiore o minore pezzo limitato di superficie, a seconda della minore o maggiore curvatura della superficie nel predetto punto, polo o centro

(1) Cfr. F. SCHIAVONI — *Principii di Geodesia* — Napoli 1880, — Volume II, pag. 152.

(2) $$h'' = \frac{180^\circ \,.\, 60' \,.\, 60''}{\pi} = 206265'' = \frac{1}{\operatorname{sen} 1''}.$$

(3) È questa la formola impiegata dagli autori della Memoria Internazionale e dal Pinar, per il calcolo dell' eccesso sferico dei triangoli del Collegamento geodetico ispano-algerino.

d'integrazione, pensiamo che invece di dividere l'eccesso sferico ε in tre parti eguali, sia più razionale dividerlo in tre parti direttamente proporzionali alle curvature K_1, K_2, K_3 dei tre vertici, ossia in parti inversamente proporzionali ai quadrati R_1^2, R_2^2, R_3^2 dei raggi delle corrispondenti sfere osculatrici.

Si avranno quindi le seguenti formole per passare dagli angoli geodetici agli angoli piani corrispondenti nel triangolo piano ausiliario, avente i lati lunghi quanto quelli del triangolo geodetico:

$$A_p = A_g - \frac{\varepsilon'' K_1}{K_1 + K_2 + K_3},$$

$$B_p = B_g - \frac{\varepsilon'' K_2}{K_1 + K_2 + K_3},$$

$$C_p = C_g - \frac{\varepsilon'' K_3}{K_1 + K_2 + K_3}. \quad (1)$$

E volendo introdurre i quadrati dei raggi delle sfere osculatrici, colla regola della divisione di un numero in parti in-

(1) Per confortare questo nostro metodo di ripartizione dell'eccesso sferico, osserviamo che qualunque sia l'ipotesi fatta per determinare K_0, si ha sempre prossimamente:

$$3K_0 = K_1 + K_2 + K_3,$$

e quindi:

$$A_g - A_p = \frac{1}{3}\varepsilon'' \frac{K_1}{K_0},$$

$$B_g - B_p = \frac{1}{3}\varepsilon'' \frac{K_2}{K_0},$$

$$C_g - C_p = \frac{1}{3}\varepsilon'' \frac{K_3}{K_0},$$

le quali formole nel caso del triangolo a curvatura costante, cosa che in Geodesia può supporsi per i triangoli aventi i lati inferiori a 60 chilometri, diventano:

$$A_g - A_p = B_g - B_p = C_g - C_p = \frac{1}{3}\varepsilon'',$$

e cioè si ricade nel teorema di Legendre.

D'altra parte, l'eccesso sferico ε'' calcolato per mezzo della formola:

$$\varepsilon'' = \frac{ab \operatorname{sen} C_p}{2 \operatorname{sen} 1''} K_0 \left(1 + \frac{a^2 + b^2 + c^2}{24} K_0\right),$$

è proporzionale alla curvatura media K_0, e pertanto ci sembra logico che nella ripartizione di ε'' si rispetti la proporzionalità alla curvatura, proporzionalità essenzialmente inerente all'elemento ε''.

versamente proporzionali a numeri dati, o colla semplice sostituzione di $K = \frac{1}{R^2}$, le formole diventano:

$$A_p = A_g - \frac{\varepsilon'' R_2^2 R_3^2}{R_1^2 R_2^2 + R_1^2 R_3^2 + R_2^2 R_3^2},$$

$$B_p = B_g - \frac{\varepsilon'' R_1^2 R_3^2}{R_1^2 R_2^2 + R_1^2 R_3^2 + R_2^2 R_3^2},$$

$$C_p = C_g - \frac{\varepsilon'' R_1^2 R_2^2}{R_1^2 R_2^2 + R_1^2 R_3^2 + R_2^2 R_3^2}.$$

Per la ricerca di

$$R_0 = \frac{1}{\sqrt{K_0}} = \sqrt{\rho_0 N_0},$$

necessaria per il calcolo di ε'', bisogna stabilire la latitudine geografica φ_0 del punto O di curvatura media del triangolo geodetico. E qui si possono seguire diverse vie che dànno risultati differenti solo dal punto di vista teorico, ma eguali nei valori pratici:

1. L' ipotesi più razionale è di assumere per punto di curvatura media del triangolo geodetico, il baricentro della sua superficie. E per determinare la latitudine φ_0 del baricentro, il metodo più semplice è giovarsi di apposito reticolato geografico e considerare il triangolo geodetico piano e rettilineo, nel quale caso il baricentro cade nell' incontro delle mediane.

2. Si può assumere per latitudine del punto di curvatura media del triangolo geodetico, la media aritmetica delle latitudini dei tre vertici, cioè:

$$\varphi_0 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3}{3}.$$

Ciò equivale a determinare la latitudine del baricentro coll' ipotesi che dentro i limiti del triangolo geodetico, le differenze

di latitudine lungo ciascun lato sieno proporzionali ai corrispondenti segmenti del lato stesso.

3. Si può assumere per curvatura media del triangolo geodetico, la media aritmetica delle curvature dei tre vertici, cioè:

$$K_0 = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3},$$

nel qual caso

$$R_0^2 = 3\,\frac{R_1^2 R_2^2 R_3^2}{R_1^2 R_2^2 + R_1^2 R_3^2 + R_2^2 R_3^2}.$$

4. Si può adottare per R_0^2, quadrato del raggio della sfera osculatrice, la media aritmetica dei quadrati dei raggi delle sfere osculatrici dei tre vertici, cioè:

$$R_0^2 = \frac{R_1^2 + R_2^2 + R_3^2}{3},$$

nel qual caso

$$K_0 = 3\,\frac{K_1 K_2 K_3}{K_1 K_2 + K_1 K_3 + K_2 K_3}.$$

5. Si può porre finalmente

$$K_0 = \sqrt[3]{K_1 K_2 K_3},$$

il che equivale a porre

$$R_0 = \sqrt[3]{R_1 R_2 R_3}.$$

§ 14.

Per la riduzione degli angoli geodetici in angoli piani, il Pinar nella sua monografia (pag. 31), ha adoperato le formole del geodeta danese Andrae che estrasse dalla Memoria Internazionale già citata.

Ponendo:

$$m^2 = \frac{a^2 + b^2 + c^2}{3}, \quad S = \frac{ab \operatorname{sen} C_p}{2},$$

$$K_0 = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3}, \quad \varepsilon'' = \frac{S K_0}{\operatorname{sen} 1''} \left(1 + \frac{m^2 K_0}{8} \right),$$

le formule di Andrae diventano:

$$A_g - A_p = \frac{1}{3} \varepsilon'' + \frac{1}{12} \frac{S (K_1 - K_0)}{\operatorname{sen} 1''} + \frac{S K_0^2}{60 \operatorname{sen} 1''} (m^2 - a^2),$$

$$B_g - B_p = \frac{1}{3} \varepsilon'' + \frac{1}{12} \frac{S (K_2 - K_0)}{\operatorname{sen} 1''} + \frac{S K_0^2}{60 \operatorname{sen} 1''} (m^2 - b^2),$$

$$C_g - C_p = \frac{1}{3} \varepsilon'' + \frac{1}{12} \frac{S (K_3 - K_0)}{\operatorname{sen} 1''} + \frac{S K_0^2}{60 \operatorname{sen} 1''} (m^2 - c^2).$$

Le formole proposte dal Pucci (Fond., vol. I, pag. 173) sono:

$$A_g - A_p = \frac{S}{12 \operatorname{sen} 1''} \left\{ 2 K_1 + K_2 + K_3 + \frac{7b^2 + 7c^2 + a^2}{30 a_0^4} \right\},$$

$$B_g - B_p = \frac{S}{12 \operatorname{sen} 1''} \left\{ K_1 + 2 K_2 + K_3 + \frac{b^2 + 7c^2 + 7a^2}{30 a_0^4} \right\},$$

$$C_g - C_p = \frac{S}{12 \operatorname{sen} 1''} \left\{ K_1 + K_2 + 2 K_3 + \frac{7b^2 + c^2 + 7a^2}{30 a_0^4} \right\},$$

dove

$$S = \frac{ab \operatorname{sen} C_p}{2}.$$

Il Tisserand nel capitolo XX *(Aperçu des Théories géodésiques)* del secondo volume della sua Meccanica Celeste (1), riporta le formole di Gauss relative alle differenze tra angoli geodetici ed angoli piani di un triangolo appartenente ad una superficie qualunque. Le formole di Gauss sono una generalizzazione del teorema di Legendre, e sono ricavate non tenendo conto dei termini di quarto ordine rispetto alle quantità $\frac{a}{\sqrt{K_1}}$, $\frac{b}{\sqrt{K_2}}$, $\frac{c}{\sqrt{K_3}}$, le quali sono considerate come piccole di primo ordine.

Le formole di Gauss sono:

$$A_g - A_p = \frac{1}{12} \frac{S}{\text{sen } 1''} (2 K_1 + K_2 + K_3),$$

$$B_g - B_p = \frac{1}{12} \frac{S}{\text{sen } 1''} (K_1 + 2 K_2 + K_3),$$

$$C_g - C_p = \frac{1}{12} \frac{S}{\text{sen } 1''} (K_1 + K_2 + 2 K_3),$$

dove

$$S = \frac{ab \text{ sen } C_p}{2}.$$

Il Tisserand applica queste formole all' ellissoide di rivoluzione schiacciato, e ponendo

$$K = \frac{1}{\rho N} = \frac{(1 - e^2 \text{ sen}^2 \varphi)^2}{a_0^2 (1 - e^2)} = \frac{1}{a_0^2} + \frac{e^2 \cos 2\varphi}{a_0^2} + \ldots$$

stabilisce le formole geodetiche seguenti, nelle quali sono trascurate le quantità dell' ordine di

$$e^4 \left(\frac{a}{a_0}\right)^2, \quad e^4 \left(\frac{b}{a_0}\right)^2, \quad e^4 \left(\frac{c}{a_0}\right)^2:$$

---

(1) F. Tisserand — *Traité de Mécanique Céleste*—Tome II—Paris, 1891—pag. 331.

$$A_g - A_p = \frac{S}{3\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} + e^2 \frac{S}{12\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} (2 \cos 2\,\varphi_1 + \cos 2\,\varphi_2 + \cos 2\,\varphi_3)\,,$$

$$B_g - B_p = \frac{S}{3\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} + e^2 \frac{S}{12\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} (\cos 2\,\varphi_1 + 2 \cos 2\,\varphi_2 + \cos 2\,\varphi_3)\,,$$

$$C_g - C_p = \frac{S}{3\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} + e^2 \frac{S}{12\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} (\cos 2\,\varphi_1 + \cos 2\,\varphi_2 + 2 \cos 2\,\varphi_3)\,.$$

Introducendo nelle formole del Pucci il valore

$$K = \frac{1}{a_0^2} + \frac{e^2 \cos 2\,\varphi}{a_0^2}$$

adottato dal Tisserand, si hanno le formole che seguono:

$$A_g - A_p = \frac{S}{3\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} + e^2 \frac{S}{12\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} (2 \cos 2\,\varphi_1 + \cos 2\,\varphi_2 + \cos 2\,\varphi_3)$$

$$+ \frac{S}{360\,a_0^4 \operatorname{sen} 1''} (a^2 + 7\,b^2 + 7\,c^2)\,,$$

$$B_g - B_p = \frac{S}{3\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} + e^2 \frac{S}{12\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} (\cos 2\,\varphi_1 + 2 \cos 2\,\varphi_2 + \cos 2\,\varphi_3)$$

$$+ \frac{S}{360\,a_0^4 \operatorname{sen} 1''} (7\,a^2 + b^2 + 7\,c^2)\,,$$

$$C_g - C_p = \frac{S}{3\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} + e^2 \frac{S}{12\,a_0^2 \operatorname{sen} 1''} (\cos 2\,\varphi_1 + \cos 2\,\varphi_2 + 2 \cos 2\,\varphi_3)$$

$$+ \frac{S}{360\,a_0^4 \operatorname{sen} 1''} (7\,a^2 + 7\,b^2 + c^2)\,.$$

In queste formole il primo termine del secondo membro è la parte principale della differenza tra angolo geodetico e angolo piano e rappresenta il teorema di Legendre; la seconda parte

rappresenta la correzione per l'estensione del teorema di Legendre all' ellissoide di rivoluzione schiacciato terrestre; e la terza parte rappresenta la correzione per l' estensione del teorema di Legendre ai grandissimi triangoli geodetici, per i quali non si possono trascurare i termini di quarto ordine rispetto alle quantità $\frac{a}{a_0}$, $\frac{b}{a_0}$, $\frac{c}{a_0}$.

Se invece della superficie S, s' introduce il valore dell' eccesso sferico ε'' calcolato per mezzo della formola

$$\varepsilon'' = \frac{S}{a_0^2 \operatorname{sen} 1''}\left(1 + \frac{a^2 + b^2 + c^2}{24\, a_0^2}\right),$$

e si trascurano le quantità dell' ordine di

$$e^2 \left(\frac{a}{a_0}\right)^4, \quad e^2 \left(\frac{b}{a_0}\right)^4, \quad e^2 \left(\frac{c}{a_0}\right)^4,$$

le formole finali diventano:

$$A_g - A_p = \frac{1}{3}\varepsilon''\left(1 + \frac{b^2 + c^2 - 2a^2}{60\, a_0^2}\right) + \frac{e^2\, \varepsilon''}{12}(2\cos 2\varphi_1 + \cos 2\varphi_2 + \cos 2\varphi_3),$$

$$B_g - B_p = \frac{1}{3}\varepsilon''\left(1 + \frac{c^2 + a^2 - 2b^2}{60\, a_0^2}\right) + \frac{e^2\, \varepsilon''}{12}(\cos 2\varphi_1 + 2\cos 2\varphi_2 + \cos 2\varphi_3),$$

$$C_g - C_p = \frac{1}{3}\varepsilon''\left(1 + \frac{a^2 + b^2 - 2c^2}{60\, a_0^2}\right) + \frac{e^2\, \varepsilon''}{12}(\cos 2\varphi_1 + \cos 2\varphi_2 + 2\cos 2\varphi_3).$$

§ 15.

L' area $S^{mq} = \frac{ab \operatorname{sen} C_p}{2}$ del triangolo piano è uguale a quella del triangolo geodetico, e sotto l' espressione

$$S'' = \frac{ab \operatorname{sen} C_p\, K_0}{2 \operatorname{sen} 1''} = \frac{ab \operatorname{sen} C_p}{2\, R_0^2 \operatorname{sen} 1''},$$

misura l' eccesso sferico ε'' del triangolo geodetico limitatamente ai termini dello stesso ordine delle quantità

$$\left(\frac{a}{R_0}\right)^2, \quad \left(\frac{b}{R_0}\right)^2, \quad \left(\frac{c}{R_0}\right)^2.$$

Ora *a priori* non si conosce il valore di C_p e quindi nel calcolo di S'', che occorre per calcolare $\varepsilon'' = S'' \left\{ 1 + \frac{a^2 + b^2 + c^2}{24 R_0^2} \right\}$, bisogna introdurre un valore approssimato di C_p, che si ottiene sottraendo a C_g un terzo dell'eccesso sferico osservato ε''_1, il quale è dato da

$$\varepsilon''_1 = A_g + B_g + C_g - 180^\circ.$$

L'eccesso ε''_1 così determinato non è l'esatto, perchè si compone del vero eccesso ε'' e degli errori accidentali di osservazione, mentre gli errori sistematici furono già eliminati applicando agli angoli osservati le correzioni stabilite nella Parte I di questo lavoro.

E però quando i lati a, b, c sono sufficientemente grandi, forse è miglior partito calcolare direttamente l'eccesso sferico colla formola della Trigonometria sferica (1)

$$\operatorname{tg} \frac{\varepsilon''}{4} = \sqrt{\operatorname{tg} \frac{p}{2 R_0 \operatorname{sen} 1''} \operatorname{tg} \frac{p - a}{2 R_0 \operatorname{sen} 1''} \operatorname{tg} \frac{p - b}{2 R_0 \operatorname{sen} 1''} \operatorname{tg} \frac{p - c}{2 R_0 \operatorname{sen} 1''}},$$

ove p è il semiperimetro in metri del triangolo sferico, dato da

$$p = \frac{a + b + c}{2}.$$

Dei lati a, b, c del triangolo geodetico, *a priori* se ne co-

(1) Cfr. F. CALDARERA — *Trattato di Trigonometria rettilinea e sferica* — Palermo 1896— pag. 96.

noscerà uno solo, e quindi con approssimazione bisogna risolvere una prima volta il triangolo geodetico come piano, adottando gli angoli

$$A_p = A_g - \frac{\varepsilon_1''}{3}$$

$$B_p = B_g - \frac{\varepsilon_1''}{3}$$

$$C_p = C_g - \frac{\varepsilon_1''}{3} \cdot$$

allo scopo di calcolare i primi valori approssimati dei lati *a, b, c*.

Anche per il calcolo delle correzioni stabilite nella Parte I, occorrono le lunghezze dei lati *a*, *b*, *c*, e quindi una risoluzione del triangolo osservato occorre ancora prima della determinazione degli angoli geodetici A_g, B_g, C_g. A tal uopo il triangolo osservato si considera come piano, e per angoli piani si adottano gli osservati A, B, C dopo aver loro sottratto un terzo dello eccesso sferico scorretto osservato, cioè ponendo:

$$A_p = A - \frac{1}{3}\,\varepsilon_2'',$$

$$B_p = B - \frac{1}{3}\,\varepsilon_2'',$$

$$C_p = C - \frac{1}{3}\,\varepsilon_2'',$$

essendo

$$\varepsilon_2'' = A + B + C - 180^\circ.$$

§ 16.

Dunque dopo risolto il triangolo geodetico due volte con crescente approssimazione, si calcolano rigorosamente i valori di ε'' e degli angoli piani A_p, B_p, C_p, e conseguentemente si passa

a risolvere di nuovo il triangolo e si ottengono i valori definitivi dei lati a, b, c. Però qualunque sia il metodo adottato nel calcolo rigoroso delle differenze $A_g - A_p$, $B_g - B_p$, $C_g - C_p$, si trova sempre che la somma $A_p + B_p + C_p$ non è uguale a 180°, ma differisce di una quantità sensibile, la quale è la somma degli errori accidentali e dei residui delle correzioni applicate.

E per eliminare in qualche modo queste ultime cause di errori, si applica il calcolo di compensazione, che consiste nel coordinare tutti i risultati rigorosi dei singoli triangoli di una intera rete geodetica o di un dato pezzo di rete, in un sistema di equazioni di condizione che, convenientemente risòlto, dà i valori definitivi dei lati ed angoli geodetici, valori che vengono detti *compensati* e che sono quelli poi adottati e resi di ragione pubblica.

ESEMPIO NUMERICO (fig. 15)

Risoluzione del triangolo transmediterraneo MULHACEN-M' SABIHA-FILHAOUSSEN.

Elementi dati del triangolo.

a = metri 105 178, 56 . . . . (1)

$A = 22^\circ.\ 28'.\ 45'',\ 269$
$B = 78\ .\ 48\ .\ 45\ ,\ 563$
$C = 78\ .\ 43\ .\ 39\ ,\ 198$
} Angoli esservati corretti dagli errori strumentali.

Elementi geografici osservati astronomicamente in M' Sabiha.

Latitudine N. 35°. 39'. 37'', 05 ± 0'', 10

Longitudine W. P. 3°. 11'. 10'', 77

Azimut di Filhaoussen 226°. 54'. 11'', 76

Elementi geografici approssimati.

STAZIONE	LATITUDINE N	ALTITUDINE	AZIMUT	AZIMUT
Mulhacen . . (A)	$\varphi_1 = 37^\circ\ .\ 03'$	h_1 = m. 3481	$\alpha_{AB} = 124^\circ\ .\ 15'$	$\alpha_{AC} = 146^\circ\ .\ 44'$
M' Sabiha. . (B)	$\varphi_2 = 35\ .\ 40$	h_2 = m. 585	$\alpha_{BC} = 226\ .\ 54$	$\alpha_{BA} = 305\ .\ 43$
Filhaoussen . (C)	$\varphi_3 = 35\ .\ 01$	h_3 = m. 1136	$\alpha_{CA} = 327\ .\ 41$	$\alpha_{CB} = 46\ .\ 25$

(1) Il lato *M' Sabiha-Filhaoussen* risultò determinato colla triangolazione di Algeria, appoggiata alla base *Algeri-Orano.*

Elementi geodetici ricavati dalle tavole del Dr. Albrecht. (1)

LATITUDINE	$\log \sqrt{1-e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi}$	log. $\rho_{mer.}$	log. N	log. ($\sqrt{\rho_m N} = R$)
	Tav. 35_a	Tav. 35_e	Tav. 35_e	Tav. 35_e
$\varphi_1 = 37^o . 03'$	9, 999 47323	6, 803 3154	6, 805 1702	6, 804 243
$\varphi_2 = 35 . 40$	9, 999 50672	6, 803 2150	6, 805 1368	6, 804 176
$\varphi_3 = 35 . 01$	9, 999 52226	6, 803 1680	6, 805 1212	6, 804 145

LATITUDINE MEDIA	AZIMUT	AZIMUT MEDIO ridotto minore di 90°	log ρ_α (2)
			TAV. 35_f
$\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} = 36^0.21'$	$\alpha_{AB} = 124^0. 15'$	$\alpha_{AB} = \alpha_{BA} = 55^o.01'$	$\log \rho_{AB} = 6, 804\ 53$
idem	$\alpha_{BA} = 305 . 43$		$\log \rho_{BA} = 6, 804\ 53$
$\frac{\varphi_1 + \varphi_3}{2} = 36^o.01'$	$\alpha_{AC} = 146 . 44$	$\alpha_{AC} = \alpha_{CA} = 32^o.48'$	$\log \rho_{AC} = 6, 803\ 80$
idem	$\alpha_{CA} = 327 . 41$		$\log \rho_{CA} = 6, 803\ 80$
$\frac{\varphi_2 + \varphi_3}{2} = 35^o.20'$	$\alpha_{BC} = 226 . 54$	$\alpha_{BC} = \alpha_{CB} = 46^o.40'$	$\log \rho_{BC} = 6, 804\ 21$
idem	$\alpha_{CB} = 46 . 25$		$\log \rho_{CB} = 6, 804\ 21$

(1) Dr. TH. ALBRECHT, op. cit.

(2) ρ_α è il raggio di curvatura locale della sezione normale terrestre facente nel punto di latitudine φ l' angolo α col meridiano locale.

Prima risoluzione del triangolo.

$$a = \text{metri } 105178,\ 56$$

$$\begin{aligned} A &= 22^\circ.\ 28'.\ 45'',\ 269 \\ B &= 78\ .\ 48\ .\ 45\ ,\ 563 \\ C &= 78\ .\ 43\ .\ 39\ ,\ 198 \\ \hline \Sigma &= 180\ .\ 00\ .\ 70\ ,\ 030 \end{aligned}$$

Eccesso sferico scorretto osservato . . . . 70'', 030

$$\frac{1}{3}\,\varepsilon = 23\ ,\ 343$$

$$\begin{aligned} A_p &= 22^\circ.\ 28'.\ 21'',\ 926 \\ B_p &= 78\ .\ 48\ .\ 22\ ,\ 220 \\ C_p &= 78\ .\ 43\ .\ 15\ ,\ 855 \end{aligned}$$

$$b = \frac{a}{\text{sen } A_p}\ \text{sen } B_p = \text{metri } 269925,\ 98$$

$$c = \frac{a}{\text{sen } A_p}\ \text{sen } C_p = \ldots\ 269846,\ 42$$

Calcolo delle distanze zenitali refratte.

$$-\cot z^{AB} = \frac{h_1 - h_2}{c\,(\rho_{AB} + h_2)}\,\rho_{AB} + \frac{0{,}435\ c}{\rho_{AB}};$$

$$\log \cot z^{AB} = 8{,}464\ 5200 \ -10 \qquad z^{AB} = 91^\circ.\ 40'.\ 11''.83$$

$$-\cot z^{AC} = \frac{h_1 - h_3}{b\,(\rho_{AC} + h_3)}\,\rho_{AC} + \frac{0{,}435\ b}{\rho_{AC}};$$

$$\log \cot z^{AC} = 8{,}433\ 5042 \ -10 \qquad z^{AC} = 91^\circ.\ 33'.\ 15''.29$$

$$-\cot z^{BC} = \frac{h_2 - h_3}{a\,(\rho_{BC} + h_3)}\,\rho_{BC} + \frac{0{,}435\ a}{\rho_{BC}};$$

$$\log \cot z^{BC} = 7{,}288\ 6049 \ -10 \qquad z^{BC} = 90^\circ.\ 6'.\ 40''.90$$

$$-\cot z^{BA} = \frac{h_2 - h_1}{c\,(\rho_{BA} + h_1)}\,\rho_{BA} + \frac{0{,}435\ c}{\rho_{BA}};$$

$$\log \cot z^{BA} = 7{,}885\ 6286 \ -10 \qquad z^{BA} = 90^\circ.\ 26'.\ 25''.06$$

$$-\cot z^{CA} = \frac{h_3 - h_1}{b\,(\rho_{CA} + h_1)}\,\rho^{CA} + \frac{0{,}435\ b}{\rho_{CA}};$$

$$\log \cot z^{CA} = 7{,}989\ 6505 \ -10 \qquad z^{CA} = 90^\circ.\ 33'.\ 34''.01$$

$$-\cot z^{CB} = \frac{h_3 - h_2}{a\,(\rho_{CB} + h_2)}\,\rho_{CB} + \frac{0{,}435\ a}{\rho_{CB}};$$

$$\log \cot z^{CB} = 8{,}094\ 1080 \ -10 \qquad z^{CB} = 90^\circ.\ 42'.\ 41''.60$$

Correzione dell' angolo A.

$$A_g = A - \mathbf{A} \Big\{ \left(\frac{h_3}{b} \cos\varphi_3 \operatorname{sen} \frac{\varphi_1 - \varphi_3}{2} \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_3}{2} \operatorname{sen} \alpha^{AC} \right) - \left(\frac{h_2}{c} \cos\varphi_2 \operatorname{sen} \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{2} \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2} \operatorname{sen} \alpha^{AB} \right) \Big\}$$

$$- \mathbf{B} \operatorname{sen} 2\varphi_1 \, h_1 \sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_1} \left(\operatorname{sen} \alpha^{AC} \operatorname{cotg} z^{AC'} - \operatorname{sen} \alpha^{AB} \operatorname{cotg} z^{AB'} \right)$$

$$- \mathbf{C} \Big\{ \left(\cos\varphi_3 - \cos\varphi_1 + \frac{h_3 - h_1}{a_0} \right) \frac{\cos \alpha^{AC}}{\operatorname{sen} z^{AC}} - \left(\cos\varphi_2 - \cos\varphi_1 + \frac{h_2 - h_1}{a_0} \right) \frac{\cos \alpha^{AB}}{\operatorname{sen} z^{AB}} \Big\}$$

$$- \mathbf{D} \cos^2 \varphi_1 \Big\{ b^2 \operatorname{sen} \alpha^{AC} \left(\cos \alpha^{AC} - \frac{b}{4\,a_0} \operatorname{tg} \varphi_1 \right) - c^2 \operatorname{sen} \alpha^{AB} \left(\cos \alpha^{AB} - \frac{c}{4\,a_0} \operatorname{tg} \varphi_1 \right) \Big\}.$$

$$A_g = A - 0'', 0357 - 0'', 0032 + 0'', 0029 - 0'', 0019$$
$$= 22^\circ.\ 28'.\ 45'', 269 - 0'', 038 = 22^\circ.\ 28'.\ 45'', 231.$$

Correzione dell' angolo B.

$$B_g = B - \mathbf{A} \Big\{ \left(\frac{h_1}{c} \cos\varphi_1 \operatorname{sen} \frac{\varphi_2 - \varphi_1}{2} \cos \frac{\varphi_2 + \varphi_1}{2} \operatorname{sen} \alpha^{BA} \right) - \left(\frac{h_3}{a} \cos\varphi_3 \operatorname{sen} \frac{\varphi_2 - \varphi_3}{2} \cos \frac{\varphi_2 + \varphi_3}{2} \operatorname{sen} \alpha^{BC} \right) \Big\}$$

$$- \mathbf{B} \operatorname{sen} 2\varphi_2 \, h_2 \sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_2} \left(\operatorname{sen} \alpha^{BA} \operatorname{cotg} z^{BA'} - \operatorname{sen} \alpha^{BC} \operatorname{cotg} z^{BC'} \right)$$

$$- \mathbf{C} \Big\{ \left(\cos\varphi_1 - \cos\varphi_2 + \frac{h_1 - h_2}{a_0} \right) \frac{\cos \alpha^{BA}}{\operatorname{sen} z^{BA}} - \left(\cos\varphi_3 - \cos\varphi_2 + \frac{h_3 - h_2}{a_0} \right) \frac{\cos \alpha^{BC}}{\operatorname{sen} z^{BC}} \Big\}$$

$$- \mathbf{D} \cos^2 \varphi_2 \Big\{ c^2 \operatorname{sen} \alpha^{BA} \left(\cos \alpha^{BA} - \frac{c}{4\,a_0} \operatorname{tg} \varphi_2 \right) - a^2 \operatorname{sen} \alpha^{BC} \left(\cos \alpha^{BO} - \frac{a}{4\,a_0} \operatorname{tg} \varphi_2 \right) \Big\}.$$

$$B_g = B - 0'', 3060 - 0'', 0003 + 0'', 0011 + 0'', 1283$$
$$= 78^\circ.\ 48'.\ 45''.\ 563 - 0'', 177 = 78^\circ.\ 48'.\ 45'', 386.$$

Correzione dell' angolo C.

$$C_g = C - \mathbf{A} \left\{ \left(\frac{h_2}{a} \cos \varphi_2 \operatorname{sen} \frac{\varphi_3 - \varphi_2}{2} \cos \frac{\varphi_3 + \varphi_2}{2} \operatorname{sen} \alpha^{CB} \right) - \left(\frac{h_1}{b} \cos \varphi_1 \operatorname{sen} \frac{\varphi_3 - \varphi_1}{2} \cos \frac{\varphi_3 + \varphi_1}{2} \operatorname{sen} \alpha^{CA} \right) \right\}$$

$$- \mathbf{B} \operatorname{sen} 2\varphi_3 \, h_3 \sqrt{1 - e^2 \operatorname{sen}^2 \varphi_3} \left(\operatorname{sen} \alpha^{CB} \operatorname{cotg} z^{CB'} - \operatorname{sen} \alpha^{CA} \operatorname{cotg} z^{CA'} \right)$$

$$- \mathbf{C} \left\{ \left(\cos \varphi_2 - \cos \varphi_3 + \frac{h_2 - h_3}{a_0} \right) \frac{\cos \alpha^{CB}}{\operatorname{sen} z^{CB}} - \left(\cos \varphi_1 - \cos \varphi_3 + \frac{h_1 - h_3}{a_0} \right) \frac{\cos \alpha^{CA}}{\operatorname{sen} z^{CA}} \right\}$$

$$- \mathbf{D} \cos^2 \varphi_3 \left\{ a^2 \operatorname{sen} \alpha^{CB} \left(\cos \alpha^{CB} - \frac{a}{4\, a_0} \operatorname{tg} \varphi_3 \right) - b^2 \operatorname{sen} \alpha^{CA} \left(\cos \alpha^{CA} - \frac{b}{4\, a_0} \operatorname{tg} \varphi_3 \right) \right\}.$$

$$C_g = C + 0'', 2591 + 0'', 0016 - 0'', 0040 - 0'', 1255$$
$$= 78^{\circ}.\, 43'.\, 39'', 198 + 0'',131 = 78^{\circ}.\, 43'.\, 39'', 329.$$

Calcolo della curvatura media K_0 e del raggio di curvatura media R_0 del triangolo.

Dalla tabelletta precedente degli elementi geodetici si ricava:

$$\log R_1 = 6{,}804\,243\,; \quad \log R_2 = 6{,}804\,176\,; \quad \log R_3 = 6{,}804145.$$

E conseguentemente:

$$\log \left(K_1 = \frac{1}{R_1^2} \right) = 6{,}391\,514 - 20\,; \quad \log \left(K_2 = \frac{1}{R_2^2} \right) = 6{,}391\,648 - 20\,;$$

$$\log \left(K_3 = \frac{1}{R_3^2} \right) = 6{,}391\,710 - 20\,;$$

$$K_1 = \frac{24633}{10^{18}}\,; \quad K_2 = \frac{24640}{10^{18}}\,; \quad K_3 = \frac{24644}{10^{18}}\,;$$

$$K_0 = \frac{K_1 + K_2 + K_3}{3} = \frac{24639}{10^{18}};$$

$$\log K_0 = 6{,}391\,623 - 20;$$

$$\log R_0 = 6{,}804\,188. \qquad (1)$$

Calcolo dell' eccesso sferico. (2)

$$\operatorname{tg}\frac{\varepsilon}{4} = \sqrt{\operatorname{tg}\frac{p}{2\,R_0 \operatorname{sen} 1''} \operatorname{tg}\frac{p-a}{2\,R_0 \operatorname{sen} 1''} \operatorname{tg}\frac{p-b}{2\,R_0 \operatorname{sen} 1''} \operatorname{tg}\frac{p-c}{2\,R_0 \operatorname{sen} 1''}},$$

$$p = \frac{a+b+c}{2}.$$

$$\frac{\varepsilon}{4} = 17'', 6961$$

$$\varepsilon = 70'', 7844$$

$$\frac{\varepsilon}{3} = 23'', 5948$$

$$\varepsilon\frac{K_1}{3\,K_0} = 23'', 5889; \quad \varepsilon\frac{K_2}{3\,K_0} = 23'', 5961; \quad \varepsilon\frac{K_3}{3\,K_0} = 23'', 5995.$$

---

(1) Scegliendo per punto di curvatura media il baricentro del triangolo, determinato graficamente, si ha:

$$\varphi_0 = 36^\circ.23',$$

ed in corrispondenza la tav. 35_e dell' Albrecht dà:

$$\log R_0 = 6{,}804\,210,$$

e quindi:

$$\log K_0 = 6{,}391\,580 - 20; \quad K_0 = \frac{24637}{10^{18}}.$$

Scegliendo poi per latitudine di curvatura media il valore $\varphi_0 = \frac{\varphi_1 + \varphi_2 + \varphi_3}{3} = 35^\circ.55'$, si ha:

$$\log R_0 = 6{,}804\,188; \quad \log K_0 = 6.391\,624 - 20; \quad K_0 = \frac{24639}{10^{18}}.$$

(2) Il valore dell' eccesso sferico calcolato dagli Autori della *Jonction* e dal PINAR per mezzo della formola

$$\varepsilon'' = \frac{ab \operatorname{sen} C_p}{2\,\rho_0\,N_0 \operatorname{sen} 1''}\left(1 + \frac{a^2 + b^2 + c^2}{24\,\rho_0\,N_0}\right),$$

è 70'',7442.

Riassunto dei calcoli.

Angoli osservati.

$A = 22^\circ.\ 28'.\ 45'',\ 269$; $B = 78^\circ.\ 48'.\ 45'',\ 563$; $C = 78^\circ.\ 43'.\ 39'',\ 189$.

Correzioni totali.

$dA = -\ 0'',\ 038$; $dB = -\ 0'',\ 177$; $dC = +\ 0'',\ 131$.

Angoli geodetici.

$A_g = 22^\circ.\ 28'.\ 45'',\ 231$; $B_g = 78^\circ.\ 48'.\ 45'',\ 386$; $C_g = 78^\circ.\ 43'.\ 39'',\ 329$.

Eccesso sferico.

$\varepsilon = 70'',\ 7844$;

$\varepsilon \dfrac{K_1}{3\,K_0} = 23'',\ 589$; $\varepsilon \dfrac{K_2}{3\,K_0} = 23'',\ 596$; $\varepsilon \dfrac{K_3}{3\,K_0} = 23'',\ 599$.

Angoli piani.

$A_p = 22^\circ.\ 28'.\ 21'',\ 642$; $B_p = 78^\circ.\ 48'.\ 21'',\ 790$; $C_p = 78^\circ.\ 43'.\ 15'',\ 730$;

$A_p + B_p + C_p = 179^\circ.\ 59'.\ 59'',\ 162$;

residuo. . . . $r = 180^\circ - (A_p + B_p + C_p) = +\ 0'',\ 838$;

$\dfrac{1}{3}\, r = +\ 0'',\ 279$.

Quando trattasi di un solo triangolo, il calcolo di compensazione insegna che il residuo r bisogna dividerlo egualmente fra i tre angoli. Si hanno quindi gli angoli piani compensati:

$A_{pc} = 22^\circ.\ 28'.\ 21'',\ 921$; $B_{pc} = 79^\circ.\ 48'.\ 22'',\ 069$; $C_{pc} = 78^\circ.\ 43'.\ 16'',\ 009$.

Risoluzione definitiva del triangolo.

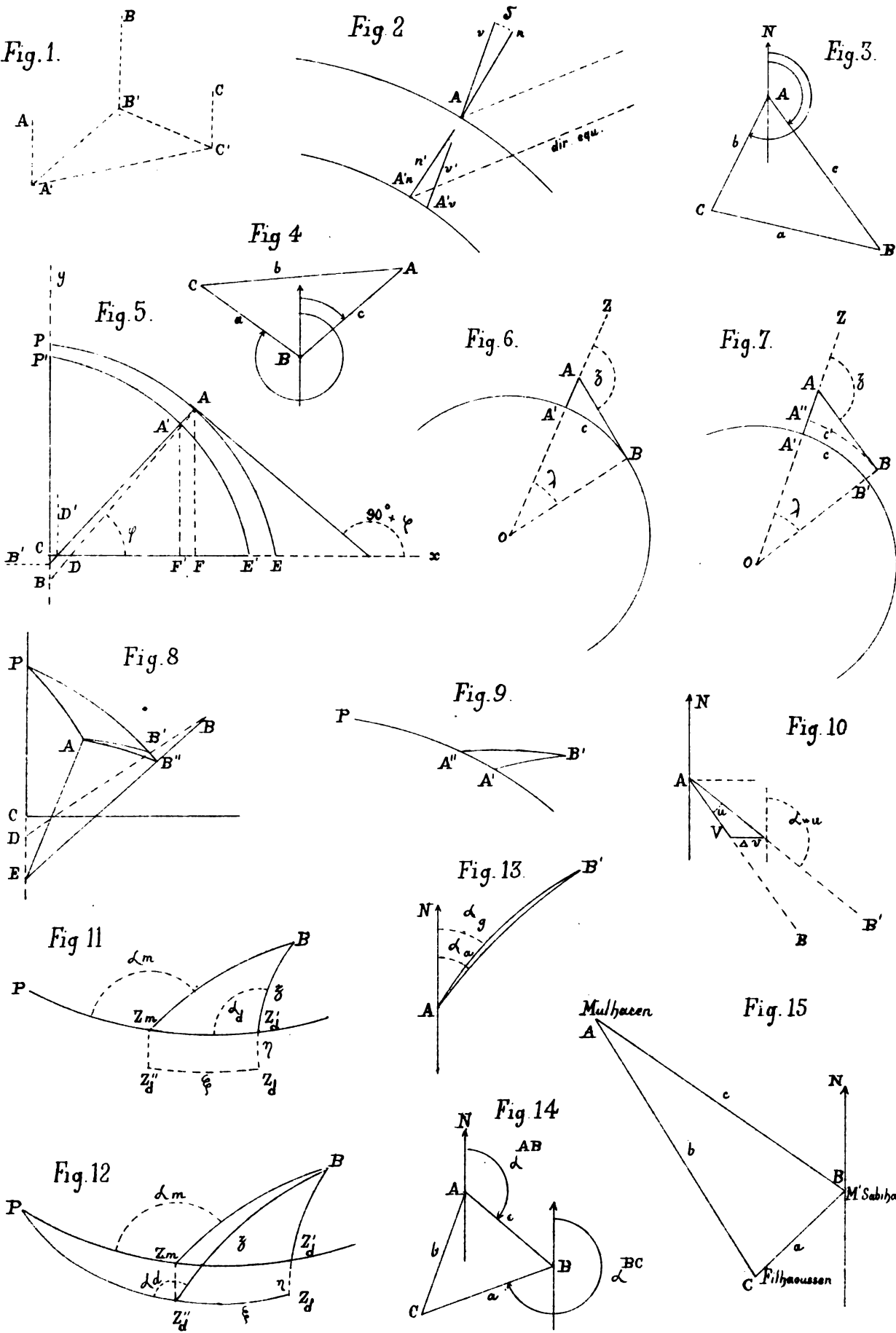
$$a = \text{metri } 105178,\ 56$$

$$A_{pc} = 22^{\circ}.\ 28'.\ 21'',\ 921;\quad B_{pc} = 78^{\circ}.\ 48'.\ 22'',\ 069;\quad C_{pc} = 78^{\circ}.\ 43'.\ 16'',\ 009$$

$$b = \frac{a}{\text{sen } A_{pc}} \text{ sen } B_{pc} = \text{metri } 269926,\ 02$$

$$c = \frac{a}{\text{sen } A_{pc}} \text{ sen } C_{pc} = \ldots\ldots\ 269846,\ 46.$$

Ad evitare un' equivoca interpretazione della formola—cotg. $z' = 0{,}9216\ \frac{h_1}{c}$ del § 5 (pag. 20), aggiungiamo ch' essa è legata alle condizioni stabilite nella nota (1) della stessa pagina. E cioè alla piccolezza della distanza c deve corrispondere tale limitata altitudine h_1, che la depressione dell'obbietto sia un angolo piccolissimo e quasi uguale alla corrispondente depressione dell'orizzonte. La stessa limitazione vale per la differenza di altitudine $h_1 - h_2$ dell' ultima formola dello stesso § 5.

Fig. 1.
Fig. 2
dir. equ.
Fig. 3.
Fig 4
Fig. 5.
90° + φ
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8
Fig. 9.
Fig. 10
Fig 11
Fig. 13.
Fig 14
Fig. 15
Mulhacen
M'Sabiha
Filhaoussen
Fig. 12

Memoria IV.

Risultato delle osservazioni meteorologiche del 1897 e 1898 fatte nel R. Osservatorio di Catania, diretto dal Prof. A. Riccò

Nota di G. SAIJA e F. EREDIA

Gli strumenti meteorologici, le ore di osservazione ed il modo di fare le medie degli elementi osservati sono quelli stessi adoperati per il quinquenio 1892-96: e si trovano esposti nella nota dei Proff. A. Riccò e G. Saija, pubblicata l' anno scorso (1); e però ricordiamo che il pozzetto del barometro è elevato 64,7 m. sul livello del mare, e gli altri strumenti meteorici circa altrettanto.

Per l' anno 1897 sono da notarsi i grandi calori dell' estate e la scarsezza della pioggia invernale.

Per l'anno 1898 è notevole l'alta pressione in gennaio, superiore di più che 10 mm. alla media dei sei anni precedenti. Nel barometro registratore si vede un salto di quasi 20 mm. dagli ultimi giorni di gennaio al primo di febbraio. Quest' anno fu poi molto piovoso, specialmente nel marzo e nell' autunno; la pioggia complessiva dell' anno è circa una volta e mezza quella media dei precedenti sei anni. Colla maggiore pioggia si ebbe maggior numero di giorni nuvolosi e piovosi, ed una maggior frequenza dei venti orientali, provenienti dal mare, il che fu causa della predetta abbondanza di meteore acquee.

(1) Atti dell' Acc. Gioenia, Ser. 4ª Vol. XI, 1898.

Quadro N. 1. — 1897.

	Pressione atmosferica	Temperatura dell' aria	MEDIE dei massimi diurni di temperatura dei minimi ed escurs.			Medie delle ore dei minimi e dei massimi diurni di temp.		Temperature medie del Suolo — Profondità		
			M	m	E	m	M	0,m 20	0,m 40	0,m 60
Dicembre . . .	756.1	11. 9	14. 8	9. 1	5. 7	5. 0	13. 7	12. 3	12. 8	I3. 6
Gennaio. . . .	754.6	10. 2	14. 1	6. 5	7. 6	6. 0	13. 6	10. 0	10. 9	11. 7
Febbraio . . .	756.8	11. 3	14. 9	7. 8	7. 1	6. 0	14. 0	11. 1	11. 0	11. 6
Marzo.	755.2	12. 8	16. 8	8. 8	8. 0	6. 0	14. 0	12. 4	13. 0	13. 2
Aprile.	753.9	14. 9	18. 8	10. 7	8 1	5. 3	13. 9	15. 5	15, 9	15. 9
Maggio	753.8	17. 8	21. 6	13. 3	8. 3	4. 3	13. 7	19. 0	20. 2	18. 8
Giugno	755.8	22. 8	26. 7	17. 8	8. 9	4. 7	13. 8	23. 7	24. 2	23. 2
Luglio.	756.0	27. 2	31. 3	22. 1	9. 2	4. 9	14. 5	27. 6	27. 6	27. 3
Agosto	757.5	25. 7	29. 0	21. 1	7. 9	5. 2	13. 9	27. 4	28. 1	27. 7
Settembre. . .	756.3	24. 5	28. 9	20. 1	8. 8	4. 7	13. 4	25. 6	26. 1	26. 3
Ottobre	757.6	17. 8	21. 1	14. 1	7. 0	6. 0	13. 9	18. 6	20. 0	20. 2
Novembre. . .	761.4	13. 5	16. 2	11. 4	4. 8	6. 0	13. 3	14. 4	15. 4	16. 4
Inverno. . . .	755.8	11. 1	14. 6	7. 8	6. 8	5. 7	13. 8	11. 1	11. 6	12. 3
Primavera. . .	754.3	15. 2	19. 0	10. 9	8. 1	5. 2	13. 9	15. 6	16. 4	15. 9
Estate.	756.4	25. 2	29. 0	20. 3	8. 7	4. 9	14. 1	26. 9	26. 7	26. 1
Autunno . . .	758.4	18. 6	22. 1	15. 2	6. 9	5. 6	13. 5	19. 5	20. 5	21. 0
Anno	756.2	17. 5	21. 2	13. 6	7. 6	5. 3	13. 8	18. 3	18. 8	18. 8

Quadro N. 2. — 1897.

	Tensione del vapore acqueo	Umidità relativa	Nebulosità	Pioggia in millimetri	Evaporazione all' ombra	INSOLAZIONE		
						A	B	A/B
Dicembre. .	8. 27	73. 4	57. 5	48. 7	1. 83	103h	296h	0. 35
Gennaio . .	6. 30	66. 3	43. 7	27. 6	2. 60	160	305	0. 52
Febbraio . .	6. 86	64. 8	44. 2	15. 5	2. 22	160	301	0. 53
Marzo . . .	7. 45	62. 3	38. 2	72. 5	2. 95	212	370	0. 57
Aprile . . .	8. 11	59. 5	46. 3	27. 8	3. 56	180	394	0. 45
Maggio. . .	9. 28	57. 0	40. 0	12. 2	3. 82	217	438	0. 49
Giugno. . .	11. 49	52. 8	31. 2	15. 8	4. 84	207	440	0. 47
Luglio . . .	13. 04	45. 8	15. 8	2. 1	6. 03	295	447	0. 66
Agosto . . .	14. 66	57. 9	19. 4	0. 0	5. 09	282	419	0. 67
Settembre .	12. 18	54. 3	30. 4	40. 0	5. 55	219	371	0. 59
Ottobre. . .	10. 77	64. 9	63. 3	26. 2	2. 94	982	346	0. 28
Novembre .	8. 91	74. 4	58. 0	144. 0	1. 74	115	303	0. 38
Inverno . .	7. 14	68. 1	48. 4	91. 8	2. 22	422	903	0. 46
Primavera .	8. 28	59. 6	41. 5	112. 5	3. 44	608	1203	0. 50
Estate . . .	13. 06	52. 1	22. 1	17. 9	5. 32	784	1305	0. 60
Autunno . .	10. 62	64. 5	50. 6	210. 2	3. 41	432	1020	0. 42
Anno. . . .	9. 75	61. 0	40. 6	432. 4	3. 59	2247	4431	0. 50

Quadro N. 3. — 1897.

		Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Anno
Frequenza della calma e dei venti	C	21	20	35	54	130
	N	2	0	2	2	6
	NE	10	17	10	4	41
	E	10	19	31	16	76
	SE.	0	0	2	0	2
	S	1	1	2	0	4
	SW	1	2	2	1	6
	W.	37	28	5	6	76
	NW	8	4	3	9	24
Meteore Acquee — Numero dei giorni	Sereni.	22	23	59	18	122
	Misti	42	52	31	37	162
	Coperti	26	17	2	36	81
	Piovosi	25	23	2	23	73
	Nebbiosi. . . .	0	1	0	0	1
	con Grandine .	2	0	0	0	2
	con Nebbia . .	6	5	0	0	11
	con Brina. . .	1	0	0	0	1
	con Temporale	5	3	5	1	14

ESTREMI METEOROLOGICI ANNUI OSSERVATI			
Temperatura dell'aria		Massimo	+ 39°. 6 21 Luglio
		Minimo	+ 3°. 1 5 Gennaio
Temperatura del suolo	$0^m.20$	Massimo	28°. 8 4 Luglio
		Minimo	8°. 6 31 Gennaio
	$0^m.40$	Massimo	29°. 2 13 Luglio
		Minimo	9°. 8 1 Febbraio
	$0^m.60$	Massimo	27°. 7 11 Agosto
		Minimo	10°. 0 31 Gennaio
Pressione atmosferica		Massimo	$769^{mm}.0$ 19 Febbraio 9^h
		Minimo	$741^{mm}.1$ 22 Gennaio 9^h
Tensione vapor acqueo		Massimo	$20^{mm}.53$ 14 Settemb. 15^h
		Minimo	$2^{mm}.58$ 25 Gennaio 15^h
Umidità relativa		Massimo	99 16 Marzo 15^h
		Minimo	19 21 Luglio 15^h
Evaporazione		Massimo	$13^{mm}.85$ 16 Luglio
		Minimo	$0^{mm}.24$ 28 Dicembre 96
Massima velocità oraria del vento in chilometri			43 NE 16 Marzo 16^h

Quadro N. 1. — 1898.

	Pressione atmosferica	Temperatura dell'aria	Medie dei massimi diurni di temperatura dei minimi ed escurs.			Medie delle ore dei minimi e dei massimi diurni di temp.		Temperature medie del Suolo — Profondità		
			M	m	E	m	M	0,m 20	0,m 40	0,m 60
Dicembre . . .	760.1	10. 9	13. 7	8. 8	4. 9	5. 9	14. 3	10. 6	11. 5	12. 6
Gennaio	765.2	10. 8	13. 2	8. 7	4. 5	6. 0	14. 4	10. 3	11. 2	11. 8
Febbraio	755.0	10. 0	13. 8	7. 0	6. 8	5. 6	13. 9	8. 8	9. 6	10. 5
Marzo	752.5	12. 8	16. 1	9. 8	6. 3	5. 9	13. 5	12. 4	12. 7	14. 0
Aprile	755.8	15. 6	18. 8	12. 3	6. 5	4. 9	13. 8	15. 7	16. 2	16. 0
Maggio	756.6	19. 0	22. 8	14. 7	8. 1	4. 5	14. 5	19. 0	19. 7	18. 9
Giugno	756.9	23. 5	27. 5	18. 7	8. 8	4. 3	13. 3	24. 0	24. 4	23. 5
Luglio.	755.7	24. 8	28. 7	21. 0	7. 7	4. 4	14. 1	26. 8	27. 2	26. 4
Agosto	756.4	25. 0	28. 6	21. 0	7. 6	4. 9	13. 2	26. 2	26. 5	26. 5
Settembre. . .	757.6	22. 4	25. 9	19. 2	6. 7	5. 9	13. 7	23. 4	24. 2	24. 3
Ottobre	757.9	20. 2	24. 1	17. 8	6. 2	5. 7	13. 7	19. 9	20. 7	21. 1
Novembre. . .	757.7	16. 8	19. 9	14. 3	5. 6	6. 4	13. 7	16. 4	17. 3	17. 8
Inverno	760.1	10. 6	13. 6	8. 2	5. 4	5. 8	14. 2	9. 9	10. 8	11. 6
Primavera. . .	754.9	15. 8	19. 2	12. 3	6. 9	5. 1	13. 9	15. 7	16. 2	16. 3
Estate.	756.3	24. 4	28. 3	20. 2	8. 1	4. 5	13. 5	25. 7	26. 0	25. 5
Autunno . . .	757.8	19. 8	23. 3	17. 1	6. 2	6. 0	13. 7	19. 9	20. 7	21. 1
Anno	757.3	17. 6	21. 1	14. 5	6. 6	5. 3	13. 6	17. 8	18. 4	18. 6

Quadro N. 2. — 1898.

	Tensione del vapore acqueo	Umidità relativa	Nebulosità	Pioggia in millimetri	Evaporazione all' ombra	INSOLAZIONE		
						A	B	A/B
Dicembre. .	7. 14	71. 0	63. 5	125. 7	1. 77	56h	296h	0. 19
Gennaio . .	7. 49	73. 4	33. 5	80. 5	1. 31	127	305	0. 42
Febbraio . .	6. 31	64. 0	36. 0	63. 1	2. 07	151	301	0. 50
Marzo . . .	8. 21	72. 7	61. 9	168. 7	1. 91	162	370	0. 43
Aprile . . .	8. 22	62. 8	58. 0	21. 7	2. 99	151	394	0. 38
Maggio. . .	8. 96	52. 5	28. 3	0. 7	4. 19	282	438	0. 64
Giugno. . .	11. 10	41. 3	16. 7	0. 0	5. 80	291	440	0. 66
Luglio . . .	12. 45	50. 7	11. 0	0. 0	5. 78	323	447	0. 72
Agosto . . .	14. 37	58. 7	26. 0	42. 4	2. 95	266	419	0. 63
Settembre .	14. 74	73. 6	40. 2	62. 5	3. 32	219	371	0. 59
Ottobre. . .	13. 50	73. 8	54. 8	80. 9	2. 30	164	346	0. 47
Novembre .	11. 77	79. 6	63. 3	160. 6	1. 57	108	303	0. 35
Inverno . .	6. 98	69. 5	44. 3	269. 3	1. 72	335	903	0. 37
Primavera .	8. 46	62. 7	49. 4	191. 1	3. 03	596	1203	0. 49
Estate . . .	12. 64	50. 2	17. 9	42. 4	4. 84	880	1305	0. 67
Autunno . .	13. 34	75. 7	52. 8	304. 0	2. 40	491	1020	0. 47
Anno. . . .	10. 35	64. 5	41. 1	806. 8	3. 00	2302	4431	0. 51

Quadro N. 3. — 1898.

		Inverno	Primavera	Estate	Autunno	Anno
Frequenza della calma e dei venti	C	29	22	31	35	117
	N	7	2	0	4	13
	NE	10	22	7	15	54
	E	15	13	18	10	56
	SE	1	5	18	2	26
	S	1	1	0	0	2
	SW	6	10	4	8	28
	W	18	8	4	12	42
	NW	3	9	10	5	27
Meteore Acquee — Numero dei giorni	Sereni	13	20	62	22	117
	Misti	37	43	23	41	144
	Coperti	40	29	7	28	104
	Piovosi	28	22	27	26	103
	Nebbiosi	0	1	0	1	2
	con Grandine	0	0	0	0	0
	con Nebbia	1	0	0	4	5
	con Brina	0	0	0	0	0
	con Temporale	3	1	7	8	19

ESTREMI METEOROLOGICI ANNUI OSSERVATI

Temperatura dell'aria		Massimo	+ 37°. 4 26 Giugno
		Minimo	+ 1°. 8 14 Febbraio
Temperatura del suolo	0m. 10	Massimo	28°. 0 30 Luglio
		Minimo	8°. 0 17 Febbraio
	0m. 40	Massimo	28°. 2 30 Luglio
		Minimo	8.° 7 15 Febbraio
	0m. 60	Massimo	27°. 4 11 Agosto
		Minimo	10°. 0 18 Febbraio
Pressione atmosferica		Massimo	771mm. 1 27 Dicembre 9h
		Minimo	740mm. 1 21 Marzo 21h
Tensione vapor acqueo		Massimo	18mm. 98 27 Luglio 15h
		Minimo	1mm. 48 26 Gennaio 7h
Umidità relativa		Massimo	98 22 Marzo 21h
		Minimo	4 26 Giugno 7h
Evaporazione		Massimo	18mm. 22 25 Giugno
		Minimo	0mm. 17 24 Dicembre 97
Massima velocità oraria del vento in chilometri			35 W 9 Febbraio 13h

Memoria V.

Sulla formola di costituzione dell'esametilen-tetrammina

Nota di G. GRASSI CRISTALDI e A. MOTTA

L'esametilen-tetrammina fin dalla sua scoperta , conseguita da Butlerow nel 1858 (1), è stata oggetto di numerose indagini.

La sua formola $C_6H_{12}N_4$, dedotta dallo stesso scopritore dalla composizione del cloridrato $C_6H_{12}N_4 . HCl$, del cloroplatinato $(C_6H_{12}N_4 . HCl)_2 Pt Cl_4$ e dei sali ammonici quaternari ben cristallizzati dalla formola generale $C_6H_{12}N_4 . RI$, venne in seguito stabilita da Tollens (2) mercè una serie di analisi e di determinazioni molecolari, che, rifatte dallo stesso autore in compagnia di Moscatos (3) col metodo crioscopico nella soluzione acquosa della base , condussero con sicurezza alla suddetta formola $C_6H_{12}N_4$ e non già a quell' altra $C_3H_6N_2$ ammessa da Trillat e Fayollat (4) per semplice analogia a quello che avviene nella condensazione tra l' aldeide formica e l' anilina o mono-metil-anilina. Questa formola, semplificata e proposta senza alcun fondamento analitico, fu poi definitivamente scartata per le analisi ulteriori di altri sali ben caratterizzati fatte da Tollens, Wohl (5), Pratesi (6) e Delépine (7).

La funzione di base terziaria dell' esametilen-tetrammina ven-

(1) Ann. Ch. e Pharm. 115-322.
(2) Ber. XVII. 653;—XXIV. 695.
(3) Ann. 272-271.
(4) Bull. XI. 22.
(5) Ber. XIX. 1840.
(6) Gazz. chim. XIII. 437.
(7) C. R. 120-501.

ne inoltre confermata da Wohl (1) mercè lo studio del jodo-metilato e da Delépine (2) il quale completò il lavoro di Wohl descrivendo lo stesso ammonio quaternario e il jodo-amilato $C_6H_{12}N_4 . C_5H_{11}I$.

Per questa base è caratteristica la spiccata attitudine additiva; però genera composti di addizione poco stabili e facilmente decomponibili nei loro componenti. Infatti secondo Tollens e Moscatos (3) si unisce coi fenoli, e secondo Hartung (4) col cloruro di benzoile, con quello di acetile, coll' etere cloro-acetico e coll' acido solforoso. Col bromo e jodio conduce ai prodotti di addizione $C_6H_{12}N_4 . X_2$ e $C_6H_{12}N_4 . X_4$, così poco stabili, sopratutto questi ultimi, da perdere l'alogeno anche con la semplice esposizione all' aria.

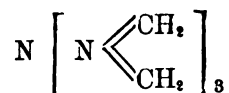
Comunque sia, in tutti questi derivati si rileva costantemente la molecola $C_6H_{12}N_4$, che si conserva completamente intatta.

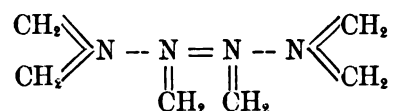
Per ricavare una formola di costituzione si sono fatte numerose esperienze; ma sinora non hanno condotto allo scopo desiderato. E vero che la base si presenta straordinariamente stabile in presenza di alcuni reagenti, e tende a decomporsi completamente in ammoniaca e aldeide formica in presenza di altri; ma è vero altresì che le indagini sono state condotte, o troppo superficialmente, o si è stati influenzati da preconcetti che hanno fatto travisare i fatti. Donde il disaccordo nei risultati e per conseguenza nella formola di struttura da assegnare all' esamitilen-tetrammina.

Solo in un fatto sono tutti pienamente d'accordo: nell'ammettere cioè, che in questa base i sei metileni ed i quattro atomi d'azoto siano collegati in modo che nella molecola i legami siano tutti tra carbonio ed azoto.

(1) Ber. XIX. 1840.
(2) Bull. XIII. 355.
(3) Ann. 272-271.
(4) Journ. f. prakt. Chem. (2) t. 46. p. 1-20.—Bull. (3) X. 31.

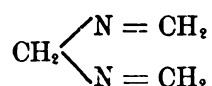
Così Butlerow, che per il primo la considerò come un' ammina terziaria, le assegnò la formola

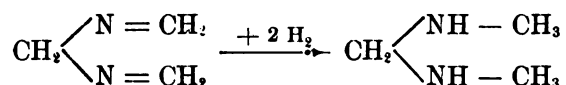
$$N\left[N\begin{matrix}\diagup CH_2\\ \diagdown CH_2\end{matrix}\right]_3$$

che più tardi lo Schwarz credeva di non potere accettare e proponeva quest'altra :

$$\begin{matrix}CH_2\\CH_2\end{matrix}\!\!>N-\underset{\underset{CH_2}{\|}}{N}=\underset{\underset{CH_2}{\|}}{N}-N<\!\!\begin{matrix}CH_2\\CH_2\end{matrix}$$

senza però addurre alcun fatto che la potesse giustificare.

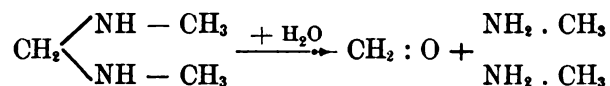
Trillat e Fayollat (1) studiando l' azione dell' idrogeno allo stato nascente (acido cloridrico e polvere di zinco) sulla base, rinvennero come prodotto esclusivo della riduzione la metil-ammina, e ammisero:

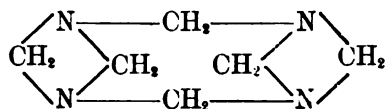
1. — Che la base fosse da considerarsi come dimetilen-diammin-metano :

$$CH_2\begin{matrix}\diagup N=CH_2\\ \diagdown N=CH_2\end{matrix}$$

2. — Che per azione dell'acido cloridrico e della polvere di zinco dapprima dovesse aver luogo l'addizione di due molecole d' idrogeno e la susseguente trasformazione nel dimetil-diammin-metano:

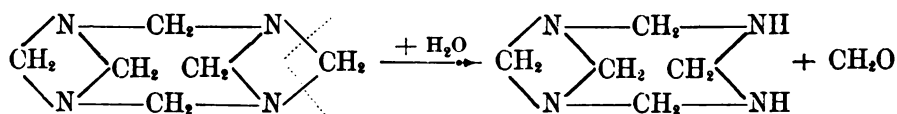
$$CH_2\begin{matrix}\diagup N=CH_2\\ \diagdown N=CH_2\end{matrix}\xrightarrow{+2H_2}CH_2\begin{matrix}\diagup NH-CH_3\\ \diagdown NH-CH_3\end{matrix}$$

(1) Bull. XI-22.

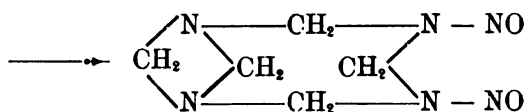
il quale in seguito assumesse gli elementi di una molecola d'acqua e si scindesse in aldeide formica e metil-ammina.

$$CH_2\begin{matrix} \diagup NH - CH_3 \\ \diagdown NH - CH_3 \end{matrix} \xrightarrow{+ H_2O} CH_2 : O + \begin{matrix} NH_2 . CH_3 \\ NH_2 . CH_3 \end{matrix}$$

Delépine (1) però non fu d' accordo con Trillat e Fayollat non solo per la semplificazione della formola, in quanto che potè riconfermare i risultati di Tollens e Moscatos (2), ma anche per i prodotti di riduzione; dappoichè non gli fu dato di rinvenire alcuna traccia di metil-ammina e dovette invece constatare l'esclusiva formazione della trimetil-ammina. Propose quindi quest' altra formola di costituzione:

$$\begin{array}{c} \diagup N \text{———} CH_2 \text{———} N \diagdown \\ CH_2 \quad \rangle CH_2 \quad CH_2 \langle \quad CH_2 \\ \diagdown N \text{———} CH_2 \text{———} N \diagup \end{array}$$

la quale spiegava la genesi della trimetil-ammina per azione dell' idrogeno allo stato nascente, e serviva ad apportar luce al modo di formazione della dinitroso-pentametilen-tetrammina ottenuta da Peter Griess e G. Harrow (3) trattando la soluzione acquosa della esametilen-tetrammina, acidificata con acido nitrico, con una piccola quantità di nitrito sodico.

Secondo Delépine questo nitroso-derivato si formerebbe in seguito ad una parziale idratazione della base:

$$\begin{array}{c} \diagup N \text{——} CH_2 \text{——} N \diagdown \\ CH_2 \quad \rangle CH_2 \quad CH_2 \langle \quad CH_2 \\ \diagdown N \text{——} CH_2 \text{——} N \diagup \end{array} \xrightarrow{+ H_2O} \begin{array}{c} \diagup N \text{——} CH_2 \text{——} NH \\ CH_2 \quad \rangle CH_2 \quad CH_2 \langle \\ \diagdown N \text{——} CH_2 \text{——} NH \end{array} + CH_2O$$

e successiva nitrosizzazione:

$$\longrightarrow \begin{array}{c} \diagup N \text{———} CH_2 \text{———} N - NO \\ CH_2 \quad \rangle CH_2 \quad CH_2 \langle \\ \diagdown N \text{———} CH_2 \text{———} N - NO \end{array}$$

(1) Bull. XIII-128.
(2) Ber. XVII-653.
(3) Ber. XXI-2737.

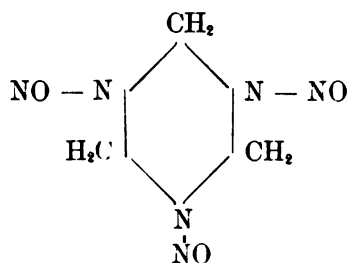
In quanto poi alla trinitroso-trimetilen-triammina, scoperta da F. Meyer (1) per azione d'un eccesso di nitrito sodico sulla base, il Delépine non crede che le si debba attribuire la formola proposta dallo stesso Meyer:

CH_2

NO — N N — NO

H_2C CH_2

N

NO

ma opina che debba considerarsi come una tetrametilen-tetranitroso-tetrammina, dappoichè in questa reazione un metilene verrebbe sostituito da due NO; e spiegherebbe la genesi di questo presunto tetra-nitroso-derivato ammettendo una più profonda idratazione, cioè:

N — CH_2 — N

CH_2 CH_2 CH_2 CH_2 ⟶

N — CH_2 — N

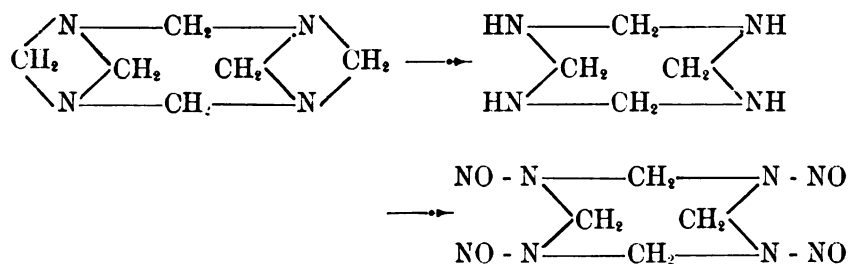
HN — CH_2 — NH

CH_2 CH_2

HN — CH_2 — NH

NO - N — CH_2 — N - NO

⟶ CH_2 CH_2

NO - N — CH_2 — N - NO

Però R. Cambier e A. Brochet (2) ritengono che anche la formola di Delépine non possa essere accettata, in quanto che:

1. In essa trovansi quattro atomi d'azoto dello stesso valore; la qual cosa è in contradizione con l'esistenza d'un solo cloridrato, bromidrato, cloroplatinato, jodo-metilato, ecc.

2. Non presenta dei doppî legami: per cui non si potrebbe spiegare la formazione dei derivati bi- e tetra-bromurati e jodu-

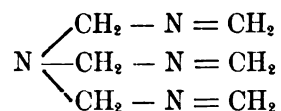
(1) Ber. XXI-2883.

(2) Bull. XIII 209.

rati, non essendo possibile che solo uno o due atomi di azoto dalla forma di combinazione MX_3 passino a quella MX_5.

3. Non spiega la formazione della trinitroso-trimetilen-ammina di Meyer, e d'altra parte l'ammissione della formola $(CH_2:N.NO)_4$ richiederebbe per lo meno una verifica.

Gli autori sostengono per ciò per l'esametilen-tetrammina la seguente formola precedentemente proposta da Lösekann: (1)

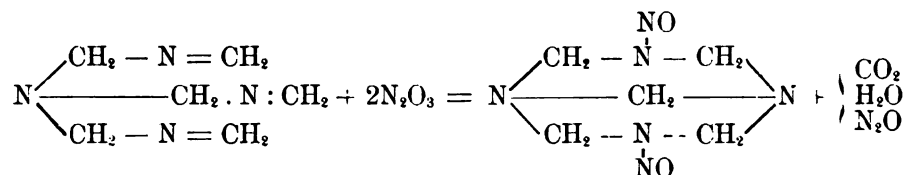
$$N \begin{cases} CH_2 - N = CH_2 \\ CH_2 - N = CH_2 \\ CH_2 - N = CH_2 \end{cases}$$

la quale sulle altre ha il vantaggio di mettere bene in evidenza:

1. La funzione di ammina terziaria.

2. Una disuguaglianza nel valore dei quattro atomi di azoto.

3. La differenziazione di uno di essi dagli altri tre, tali da essere sufficiente a spiegare l'esistenza d'un solo cloridrato, cloroplatinato, jodometilato ecc.

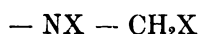
Questa formola renderebbe conto inoltre della genesi della dinitroso-pentametilen-tetrammina di Griess ed Harrow nel seguente modo:

$$N \begin{cases} CH_2 - N = CH_2 \\ CH_2 . N : CH_2 \\ CH_2 - N = CH_2 \end{cases} + 2N_2O_3 = N \begin{cases} CH_2 - \underset{}{\overset{NO}{N}} - CH_2 \\ CH_2 \\ CH_2 - \underset{NO}{N} - CH_2 \end{cases} N + \begin{cases} CO_2 \\ H_2O \\ N_2O \end{cases}$$

e spiegherebbe pure il passaggio di questo dinitroso-derivato alla trinitroso-trimetilen-triammina, passaggio che secondo gli autori si dovrebbe effettuare per mezzo d'un analogo meccanismo e condurre egualmente alla formola proposta dallo stesso Meyer.

Alla obbiezione che si potrebbe fare a questa formola di costituzione, quella cioè di prevedere l'esistenza dei derivati e-

(1) Chemicker Zeitung. 1891. Vol. 14.

sa-alogenati ignoti, nel mentre che sono noti solo quelli di- e tetra-alogenati, fanno tener presente che in questi prodotti di addizione si contengono gli aggruppamenti

$$- NX - CH_2X$$

i quali per la loro estrema instabilità non faranno sembrare strano il fatto che i termini tetra- alogenati siano prodotti limiti di addizione.

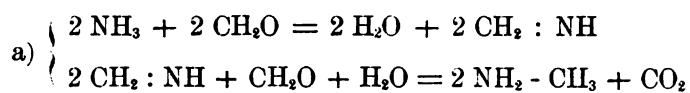
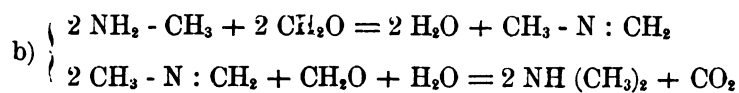
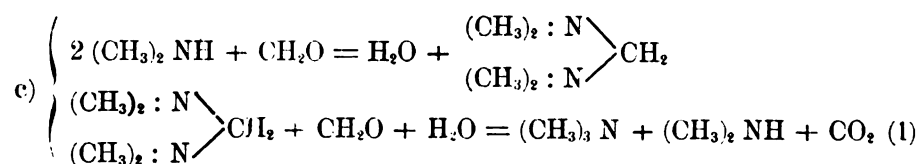
Però non credono gli autori che si possa dedurre la formola di costituzione della base dallo studio delle ammine alifatiche che si generano quando la si sottopone all' azione degli acidi; in quanto che l' effetto di questi è di decomporla nell' aldeide formica e nell' ammoniaca , e credono che solo ulteriormente si generano le ammine, in seguito a reazioni secondarie. Tanto meno credono di accordare il dovuto valore all' azione degl' idrogenanti, dappoichè, avvenendo la riduzione solo in soluzione acida, si deve attribuire solamente all' acido la decomposizione e non mai all' idrogeno allo stato nascente. Ed a corroborare il loro asserto allegano l' esperienza di I. Plöchl (1) il quale, scaldando il solfato di ammonio (gr. 10) con una soluzione di formaldeide al 16 % (150 gr.) per circa 50 ore, osserva uno sviluppo regolare di anidride carbonica e constata la formazione del solfato di trimetil-ammina accanto ad una piccola quantità di solfato di formodimetil-ammina. È naturale che in questo caso la formaldeide spieghi un' azione riducente in questo senso:

$$a) \begin{cases} 2\,NH_3 + 2\,CH_2O = 2\,H_2O + 2\,CH_2 : NH \\ 2\,CH_2 : NH + CH_2O + H_2O = 2\,NH_2 - CH_3 + CO_2 \end{cases}$$

e successivamente:

$$b) \begin{cases} 2\,NH_2 - CH_3 + 2\,CH_2O = 2\,H_2O + CH_3 - N : CH_2 \\ 2\,CH_3 - N : CH_2 + CH_2O + H_2O = 2\,NH\,(CH_3)_2 + CO_2 \end{cases}$$

(1) Ber. XXI 2117.

$$c)\left\{\begin{array}{l} 2\,(CH_3)_2\,NH + CH_2O = H_2O + \begin{array}{l}(CH_3)_2 : N \\ (CH_3)_2 : N\end{array}\!\!>CH_2 \\ \begin{array}{l}(CH_3)_2 : N \\ (CH_3)_2 : N\end{array}\!\!>CH_2 + CH_2O + H_2O = (CH_3)_3\,N + (CH_3)_2\,NH + CO_2 \ (1)\end{array}\right.$$

Però l' autore confessa che adoperando una quantità insufficiente di formaldeide, o interrompendo l' operazione, solo qualche volta riuscì a constatare la presenza del formo-composto della metil-ammina, ed anche riuscendovi, gli era difficile isolare la base allo stato puro. Prescinde del resto da tutto l'andamento della reazione ed estendendo le esperienze di S. Kolotow (2), dimostra lo sviluppo d' anidride carbonica col cloridrato di mono- e dimetil-ammina, ed il fatto, già noto, che la trimetil-ammina rimane inalterata in presenza della formaldeide.

Ed in conferma di questi fatti Cambier e Brochet (3) intraprendono una serie di esperienze d'ordine analitico, dalle quali concludono che occorre studiare l' azione dell' aldeide formica, p. es. sul cloridrato d' etil-ammina, per arrivare dapprima alla metil-etil-ammina e poscia alla dimetil-etil-ammina (4); e, rilevando alcune relazioni tra le basi metileniche ed i composti dell' acido isocianurico, insistono nell'accordare alla formola di Lo-

(1) Plöchl rappresenta la genesi della trimetil-ammina coi seguenti schemi inesatti, non senza far notare che i formo-composti corrispondenti alla mono- e dimetil-ammina sono da considerarsi come prodotti intermedi:

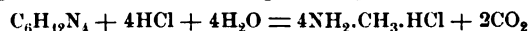
1) $SO_4\,(NH_4)_2 + 3CH_2O = SO_4\,(NH_3.CH_3)_2 + CO_2$

2) $SO_4\,(NH_3.CH_3)_2 + 3CH_2O = SO_4\,[NH_2\,(CH_3)_2]_2 + CO_2$

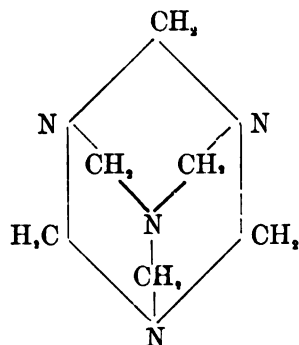
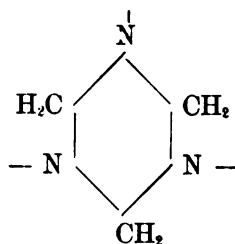
3) $SO_4\,[NH_2\,(CH_3)_2]_2 + 3CH_2O = SO_4\,[NH\,(CH_3)_3]_2 + CO_2$

(2) Ber. XVIII. Ref. 611 — Journ. d. russ. phys-chem. Gesellsch. 1885 (I) 229-250.

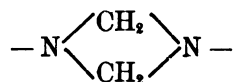
(3) Bull. XIII. 392. — Gli autori scaldano a 100°-120° la soluzione acida dell' esametilenammina in tubi chiusi, constatano lo sviluppo dell'anidride carbonica ed affermano che la trasformazione sia quantitativa secondo la seguente equazione:

$$C_6H_{12}N_4 + 4HCl + 4H_2O = 4NH_2.CH_3.HCl + 2CO_2$$

(4) Il Kolotow ha dimostrato (Ber. XVIII. Ref. 612) che con la etil-ammina la reazione procede in modo da generare la metilen-etil-ammina, $CH_2 = N - C_2H_5$ e con la dietil-ammina il prodotto $CH_2<\begin{array}{l}N\,(C_2H_5)_2\\N\,(C_2H_5)_2\end{array}$, metilen-tetraetil-ammina.

sekann la loro preferenza per quella somma di caratteri sopra esposti.

Duden e Scarff (1) riprendono invece lo studio dei nitroso-derivati dell' esametilenammina e dal risultato delle loro esperienze credono potere proporre la seguente formola di struttura:

rappresentabile nello spazio con un tetraedro regolare dove gli spigoli di ciascuna faccia conterrebbero l' aggruppamento:

Cosicchè l' anello della trimetilen-triammina sarebbe contenuta quattro volte nella molecola e tre termini di esso sarebbero comuni a due anelli contigui.

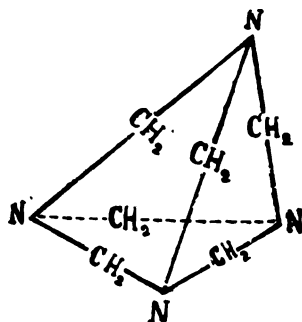
Questa formola quindi esclude la presenza dell' anello

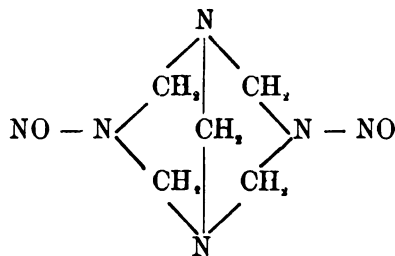
$$-N\langle{}^{CH_2}_{CH_2}\rangle N-$$

e dell' aggruppamento $-CH_2-N=CH_2$, e induce gli autori a

(1) Ann. 288-218.

pensare che per azione della formaldeide sull' ammoniaca si generi dapprima la trimetilen-triammina, dove i tre atomi d' azoto hanno lo stesso valore, e poscia, probabilmente, la formaldeide reagendo fin da principio su tutte e tre conduca alla suddetta formola di struttura.

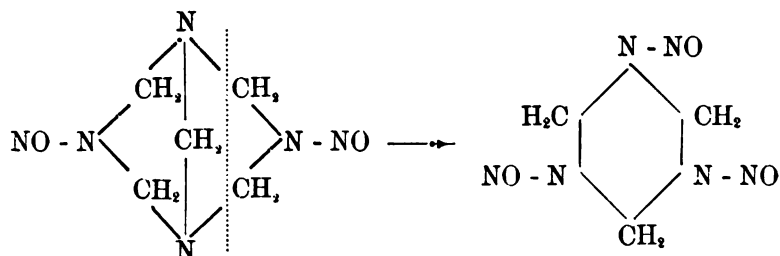
Anche le proprietà fisiche della base del resto, secondo gli autori, concludono per una orientazione simmetrica della molecola: infatti sublima inalterata e presenta una spiccata tendenza a cristallizzare.

Rappresentano perfino in prospettiva la molecola della base ammettendo che gli atomi di azoto occupino i quattro vertici ed i metileni i punti mediani dei sei spigoli del tetraedro regolare:

Relativamente alla genesi del dinitroso-composto, al primo prodotto, cioè, dell' azione dell' acido nitroso, ammettono una decomposizione tale da pervenire alla seguente struttura:

```
                    N
                  / | \
              CH₂   |   CH₂
            /       |       \
NO — N <        CH₂        > N — NO
            \       |       /
              CH₂   |   CH₂
                  \ | /
                    N
```

Questo poi allo stato nascente, in presenza d' un eccesso di

acido nitroso, subirebbe una ulteriore decomposizione e si trasformerebbe nella trinitroso-trimetilen-ammina :

```
            N
           /|\
       CH₂  |  :CH₂
      /     |  : \
NO - N     CH₂ :  >N - NO   ——→
      \     |  : /
       CH₂  |  :CH₂
           \|/
            N
```

```
            N - NO
           /      \
       H₂C          CH₂
        |            |
   NO - N            N - NO
           \      /
             CH₂
```

Prescindendo dall' attendibilità di queste vedute, un solo fatto assume importanza, quello che permise agli autori l' elegante preparazione dell' idrazina, fondata sulla decomposizione per mezzo degli acidi minerali diluiti, o dell'acido acetico, tanto della diammido-pentametilen-tetrammina, quanto della triammido-trimetilen-triammina.

Frattanto in quanto alla genesi della dinitroso-pentametilen-tetrammina nessuno potrà mettere in dubbio che realmente sia un derivato dell' esametilen-ammina; ma per la trinitoso-trimetilen-triammina vorremmo fare osservare che date le condizioni in cui si fa effettuare la reazione, per l' azione cumulativa degli acidi cloridrico e nitroso, la base probabilmente subisce dapprima la decomposizione idrolitica e poscia genera la metilen-ammina, la quale in presenza dell' acido nitroso, conduce alla nitroso-metilen-ammina $CH_2 : N.NO$. Sarebbe questa che polimerizzandosi, condurrebbe, nell' atto in cui si genera, al trimero $(CH_2 : N.NO)_3$, comportandosi in modo perfettamente analogo, ad esempio, alla formaldossima $CH_2 : N . OH$ (1) ed alla metil-metilen-ammina $CH_2 : N.CH_3$ (2) le quali, com' è noto, si trimerizzano con la più grande facilità.

Il volere ammettere, come fanno Duden e Scharff che il

(1) R. Schöll — Ber. xxiv. 576.

(2) L. Henry — Bull. de l'Acad. royale de Belgique, t. 26, p. 200 e t. 29, p. 23.

trinitroso-composto si origini dalla dinitroso-pentametilen-ammina, ci sembra una semplice interpretazione senza però la corroborazione d'alcun fatto sperimentale; interpretazione che verrebbe a contradire l'affermazione di F. Meyer, il quale alla fine della sua memoria tiene a fare rilevare che il dinitroso-composto, una volta formatosi, in presenza d' un eccesso d' acido nitroso, non subisce alcuna ulteriore trasformazione, e se trinitroso-composto si genera, questo devesi all' azione diretta dell' acido nitroso su altra quantità di esametilen-ammina. (1)

D'altra parte il volere infirmare le esperienze di Trillat e di Delépine solo perchè la reazione di Plöchl conduca quasi agli stessi risultati, ci è sembrato un modo di ragionare unilaterale, perdendo di mira la vera interpretazione dell' andamento della reazione.

Ecco perchè ci siamo prefissi per ora lo studio dell' idrogenazione dell' esametilen-ammina; e nostro precipuo scopo è stato:

1. — Vedere se durante la riduzione si effettua la reazione di Plöchl.

2. — Quali sono realmente i prodotti della riduzione.

Parte sperimentale

Per preparare l'esametilen-tetrammina si trattarono ogni volta gr. 30 di triossimetilene con una soluzione concentrata di ammoniaca. La reazione si effettuò con copioso spumeggiamento e molto sviluppo di calore. Quando tutto il triossimetilene si fu sciolto, si pose la soluzione ad evaporare su b.m., curando di aggiungere di tempo in tempo dell'ammoniaca onde mantenere costantemente alcalino il liquido, come consiglia pure A. Wohl (1). Si evaporò sino a consistenza sciroppsa e si trattò con alcool assoluto bollente: da questo col raffreddamento si separò in grossi cristalli la base che, ricristallizzata nell' alcool, si ebbe

(1) Ber. XXI. 2889.

sempre chimicamente pura, come potemmo constatare con l'analisi elementare.

Crediamo questo metodo il migliore, non solo perchè spicciativo, ma anche perchè permette un rendimento del 70 per cento.

In tutte le nostre esperienze abbiamo sempre fatto uso del prodotto puro.

Relativamente alla riduzione abbiamo creduto necessario metterci dapprima nelle dovute condizioni onde potere constatare se durante la reazione in seno ad un liquido acido si verificasse la reazione di Plöchl, se, cioè, si potesse accertare lo sviluppo dell' anidride carbonica, che ne costituisce l' indice caratteristico.

A tal fine adoperammo tre palloncini, ciascuno munito di apposito turacciolo attraversato da un tubo di sviluppo piegato due volte ad angolo retto, con l'estremità immersa in una soluzione limpida d' idrato baritico.

Nel primo si contenevano gr. 2 di base sciolta in 50 cm^3 di acido acetico al 95 %;

nel secondo la stessa soluzione addizionata di gr. 10 di zinco in polvere;

nel terzo gr. 2 di base sciolta in 50 cm^3 di acido cloridrico diluito.

Tutti e tre i palloncini si mantennero per due giorni a temperatura ordinaria (in media 25°) e in nessuno dei tre si potè osservare le sviluppo di anidride carbonica.

Si credette opportuno allora di spingere la reazione nei tre saggi suddetti riscaldando su b. m. a circa 60°, curando di aggiungere di tempo in tempo nel secondo palloncino della polvere di zinco. Anche in questo caso dopo due giorni di riscaldamento non si osservò il più piccolo sviluppo di anidride carbonica.

In queste condizioni quindi la reazione di Plöchl non si

(1) Ber. XIX. 1842.

avvera. Si aumentò allora la quantità della base sino a 5 grammi e si ebbe lo stesso risultato negativo: si aggiunse una quantità maggiore di acido cloridrico e di polvere di zinco, e si prolungò il riscaldamento: anche in queste condizioni però per tutta la durata dell' idrogenazione non ci fu dato osservare lo sviluppo di anidride carbonica.

Si procedette in questa guisa alla riduzione di cinquanta grammi di esametilen-tetrammina. Il prodotto della riduzione, reso alcalino con un eccesso d' idrato potassico, fu sottoposto alla distillazione in corrente rapida d' aria, raccogliendo i prodotti volatili in una soluzione d' acido cloridrico.

Questa fu evaporata su b. m. sino a secchezza ed il residuo, seccato a 110°, fu trattato reiterate volte con alcool assoluto per sciogliere i cloridrati delle ammine e lasciare indietro il cloruro d' ammonio, generatosi durante la decomposizione idrolitica dell' esametilen-tetrammina.

Dalla distillazione dell' alcool si ebbe un residuo bianco, cristallino, deliquescente che abbiamo studiato col preconcetto di saperlo costituito da una miscela di cloridrati di monometil- dimetil- e trimetil-ammina, seguendo per la loro separazione un metodo sistematico rigoroso.

Abbiamo creduto più conveniente avvalerci del metodo di Hofmann modificato da M. E. Duvillier (1) basato sulla proprietà del solfato di mono-metil-ammina di essere insolubile nell' alcool assoluto bollente.

A tal fine i cloridrati furono decomposti con idrato sodico, si raccolsero le basi nell' acqua e si saturò la soluzione con la quantità voluta di acido solforico.

I solfati ricavati dalla evaporazione, seccati a 110°, furono trattati reiterate volte con alcool assoluto bollente, il quale scioglie il solfato di dimetil- e trimetil-ammina e lascia indietro quello

---

(1) Ann. de Chemie et Physique (5) (1881) 289.

dell' ammina primaria insieme a quel poco di solfato d' ammonio proveniente dal cloruro.

Solfati solubili nell' alcool — I solfati solubili nell' alcool assoluto bollente dovrebbero essere, come s' è detto, quelli di dimetil-ammina e di trimetil-ammina. Per effettuarne la separazione si distillò tutto l' alcool; il residuo sciropposo con l' odore caratteristico della trimetil-ammina fu decomposto con idrato potassico, e le basi, previamente seccate, facendole passare per un tubo ad U pieno d' idrato potassico fuso da recente, si raccolsero nell' alcool assoluto.

La soluzione alcoolica, titolata con una soluzione di acido cloridrico $\frac{N}{10}$, si versò a poco alla volta nella quantità calcolata di etere ossalico raffreddato con ghiaccio, e la miscela fu lasciata per un giorno in digestione in sito fresco: si distillò poscia l'alcool raccogliendolo in una soluzione d' acido cloridrico.

Nel caso della presenza delle basi secondaria e terziaria, si sarebbe dovuto formare, com' è noto, l' etere dimetil-ossammico $(CH_3)_2N.CO-CO.OC_2H_5$, che in queste condizioni dovrebbe rimanere come residuo nel palloncino e la trimetil-ammina sarebbe dovuta passare insieme coll' alcool nella porzione distillata.

Essendo di somma importanza la constatazione della presenza o dell' assenza dell' etere dimetil-ossammico, si sottopose all' analisi il piccolo residuo liquido rimasto dalla completa distillazione dell' alcool. Questo residuo giallastro presentava l' odore caratteristico dell' ossalato di etile.

Prima di procedere alla decomposizione con idrato potassico di quest' etere per rigenerare la dimetil- ammina, qualora fosse stata presente, era necessario eliminare quella piccola quantità di dimetil-ossammide che sovente si rinviene per la proprietà che possiede il solfato di monometil-ammina di essere un po' solubile nell' alcool assoluto bollente.

A tal fine il residuo liquido suddetto, riscaldato a 50° con circa cinquanta volte il suo volume di acqua, sino a completa soluzione, fu addizionato d' acqua di calce sino a reazione leg-

germente alcalina. Così facendo, i due eteri si sarebbero saponificati dando il monometil-ossammato di calcio, poco solubile nell'acqua, e il dimetil-ossammato di calcio, solubilissimo nello stesso solvente. Per cui si concentrò il liquido finchè si depositò quasi tutto il mono-metil-ossammato di calcio, e, ridotto, previa filtrazione, a piccolissimo volume, si addizionò d'un eguale volume di alcool; si lasciò in riposo per un giorno e si eliminarono le ultime tracce del sale suddetto che si erano separate. Si evaporò allora completamente l'alcool e *non rimase alcun residuo.*

Questo si sarebbe dovuto avere nel caso della presenza del dimetil-ossammato di calcio. Quindi siamo autorizzati ad *escludere la presenza* della *dimetil-ammina.*

Quest'operazione fu ripetuta adoperando il prodotto di riduzione di rilevanti quantità di esametilen-tetrammina e siano pervenuti sempre all'identico risultato.

Trimetil-ammina — La soluzione alcoolica distillata e raccolta sull'acido cloridrico, come precedentemente è stato detto, evaporata su b. m., lasciò un residuo bianco, cristallino solubilissimo nell'acqua. Per scacciare completamente le ultime tracce d'acido cloridrico, si aggiungeva dell'acqua distillata e si rievaporava a secchezza. La soluzione di questo cloridrato, trattata con cloruro platinico, diede luogo ad un abbondante precipitato color arancio, caratteristico del cloroplatinato di trimetil-ammina.

Lavato con alcool diluito e seccato a 100°, diede all'analisi il seguente risultato;

Gr. 0,9381 di cloroplatinato, calcinati lasciarono gr. 0,3470 di platino; donde per cento:

Calcolato per $[N(CH_3)_3 . HCl]_2 PtCl_4$	36. 91
Trovato	36. 98

Quindi la base sottoposta all'analisi è la *trimetil-ammina.*

Monometil-ammina—Il solfato insolubile nell'alcool assoluto, ottenuto nel modo anzidetto, è costituito da una miscela di solfato di monometil-ammina e di solfato di ammonio. La presenza

di questa base fu messa in evidenza tanto colla reazione isonitrilica quanto col reattivo di Dragendorff; ma per la determinazione quantitativa bisognò anzitutto fare le separazione dell'ammoniaca. A tal fine si decompose la miscela con idrato potassico e si raccolse il prodotto della distillazione nell'acido cloridrico.

I cloridrati, cosi ottenuti, evaporati a secco su b. m. e seccati a 110°, furono trattati con alcool assoluto, il quale, come è noto, scioglie solamente il cloridrato della monometil-ammina.

Evaporato l' alcool, si trattò di nuovo il residuo con alcool assoluto per eliminare l' eventuale presenza delle ultime tracce di cloruro d' ammonio. Rievaporato l'alcool, si trattò la soluzione acquosa del residuo con cloruro platinico: le larghe pagliette lucenti, color giallo-oro, separatesi dopo alcuni minuti, lavate con alcool assoluto e seccate a 100°, diedero all' analisi i seguenti numeri:

Gr. 0.7124 di cloroplatinato diedero per calcinazione gr. 0.297 di platino; donde per cento:

Calcolato per $(NH_2 . CH_3 . HCl)_2 PtCl_4$	41. 25
Trovato	41. 55

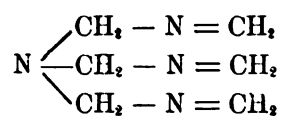
Per cui la base analizzata è la *mono-metil-ammina.*

Dai risultati esposti possiamo quindi inferire che per idrogenazione dell' esametilen-tetrammina non si genera la sola mono-metil-ammina, come asserisce il Trillat, nè la sola trimetil-ammina, come afferma il Delépine; ma una miscela di mono-metil e trimetil-ammina.

Che la genesi di queste due basi sia dovuta all'azione dell' idrogeno allo stato nascente e non alla reazione di Plöchl, come sostengono Cambier e Brochet, è stato provato; dappoichè durante la riduzione della base non si ebbe sviluppo alcuno di anidride carbonica, la quale, lo ripetiamo, deve considerarsi come indice dell'azione dell'aldeide formica sui sali ammoniacali;

nè si potè mai rinvenire alcuna traccia di dimetil-ammina che si sarebbe dovuto trovare nel caso della detta effettuazione della reazione di Plöchl.

Or fra tutte le formole di struttura fin qui proposte, solo quella di Lösekann

$$N \begin{cases} CH_2 - N = CH_2 \\ CH_2 - N = CH_2 \\ CH_2 - N = CH_2 \end{cases}$$

spiega il comportamento della base in presenza dell'idrogeno allo stato nascente e, come del resto sostengono Cambier e Brochet, è l'unica che possa rispondere alle principali proprietà di questo corpo.

Istituto chimico della R. Università — Catania, 1898.

Anomalia del canale midollare in un embrione di pollo di 48 ore

(con una tavola)

Nota del Dott. GAETANO CUTORE

Sono state descritte da varî autori numerose anomalie negli embrioni di pollo; tuttavia mentre alcune sono state studiate accuratamente, altre invece, soprattutto per la loro rarità, sono poco conosciute, sebbene abbiano anch' esse un interesse notevole.

Nello studio da me eseguito, di alcuni embrioni di pollo nei primi stadi di sviluppo, mi è occorso di trovare un'anomalia di una parte del canale midollare, anomalia che per la sua rarità e per le scarse conoscenze che ancora si hanno su di essa, mi è parso interessante di studiare.

Tale anomalia venne da me riscontrata nell' Istituto di Zoologia, diretto dal prof. Pio Mingazzini, al quale son lieto di potere esternare i più vivi ringraziamenti per gli ammaestramenti ed i consigli di cui mi è stato cortese.

L' uovo dal quale si è sviluppato l' embrione che qui descrivo, proveniva da una gallina giovane e sana, la quale era stata copulata dieci giorni prima e che dopo di esso, non ne depose altri per venti giorni consecutivi.

L' uovo suddetto, dopo otto ore dacchè era stato deposto, venne collocato dentro un' incubatrice poco adatta allo sviluppo degli embrioni per la sua piccola capacità (un litro circa), ma nella quale peraltro si erano sviluppati normalmente, per i primi stadî, altri embrioni, alcuni dei quali ottenuti da uova prodotte dalla stessa gallina.

Per essere l' incubatrice assai piccola, non vi si tenevano

che due uova per volta, collocate orizzontalmente su bambagia e con allato un vasetto con acqua, per conservare un certo stato igrometrico nell' ambiente, quantunque il Dareste (1) creda « *que la sécheresse de l'air ne peut pas nuire a l'évolution.* »

La temperatura dell' incubatrice, regolata da un termo-regolatore Reichert, si mantenne a 41°,5.

Un altro particolare sembrami opportuno far conoscere e cioè che nell' incubatrice, quando non serviva per lo sviluppo di uova, si tenevano dei pezzi di tessuti da includere in paraffina, trattati con lo xilolo e forse traccie di vapori di questo reagente potevano trovarsi ancora nell' incubatrice durante l' evoluzione dell' uovo.

L' embrione, che fu trovato vivente e ritenuto, come gli altri, normale, non venne osservato a fresco, ma fu fissato con sublimato, colorato *in toto* con carminio boracico e sezionato trasversalmente col microtomo Jung, con tagli dello spessore di 10 μ. L' osservazione microscopica di questi, dimostrò normale la massima parte dell'embrione, ed anomalo soltanto un tratto del midollo spinale e del canale centrale in corrispondenza della porzione addominale superiore.

La serie completa dell' embrione comprende 292 sezioni, delle quali 42 (dalla 173ª alla 214ª) interessano la parte anomala di esso. Servendomi della camera chiara di Zeiss, ho disegnato schematicamente le sezioni anomale dell' embrione e dall' esame di questi schemi si potrà a colpo d' occhio osservare quale specie di anomalia è quella che mi è occorso di trovare. Essa, come può facilmente vedersi, interessa principalmente il canale centrale, che si presenta variamente diviso, e che qui passo a descrivere minutamente, a cominciare dalla parte anteriore andando gradatamente verso la parte caudale dell' embrione.

Nella figura (1) (173ª), a destra ed in alto del canale

(1) DARESTE: *Recherches sur la production artificielle des monstruosités*—Deuxième édition—Paris, 1891.

centrale C, comparisce un cumulo di elementi epiteliali simili a quelli che tappezzano le pareti del canale centrale, alle quali stanno addossati.

Esso costituisce l' estremo a fondo cieco di un nuovo canalino C^{I}, che comincia a comparire nella figura (2) e che va ingrossando nelle successive, mentre il canale centrale va perdendo la forma ovalare normale, per diventare da prima piriforme, con la parte ristretta verso il lato dorsale, ed in seguito sempre più piccolo, fino ad essere molto minore di quello di nuova formazione. Nella figura (6), i due canali C e C^{I} hanno quasi le medesime dimensioni, ed intanto verso la parte ventrale del tubo midollare si costituiscono due cumuli epiteliali disposti quasi simmetricamente, i quali rappresentano anch' essi le estremità a fondo cieco di due nuovi canali, che compariscono nella figura (7). Verso il centro di questa sezione si osserva un' altra cavità, o per meglio dire, lacuna, che non è tappezzata dagli elementi epiteliali stratificati che abbiamo riscontrato negli altri canali; di lacune così fatte si trovano altri esempii in altre sezioni.

Nella figura (8) troviamo quasi identica disposizione, mentre nella (9), il canale centrale C presenta un setto che lo divide in due canali ineguali: uno maggiore superiore ed uno minore inferiore C^{III}; i canalini C^{I} e C^{II} si fondono intanto in unica cavità; la lacuna centrale è scomparsa. Il setto fra i canalini C e C^{III}, nella figura (10) si fa più robusto e nella (11), il canale C^{III} si è di molto impiccolito per l' ispessirsi del setto, il quale nella (12) si trova perforato da un nuovo canalino C^{IV}, collocato fra i canalini C e C^{III}. In questo punto, nella metà sinistra del midollo è avvenuta un'altra modificazione; cioè la parete esterna della cavità C^{I} - C^{II} nella figura (11) mostra una scissura, la quale divide la primitiva cavità C^{I}-C^{II} in due canalini distinti. Questa scissura nelle sezioni successive sparisce ed in luogo di essa vedesi un sepimento piuttosto spesso.

Nella figura (13), oltre ai cinque canalini finora descritti e che variano di volume e di forma, troviamo un nuovo canali-

no C^{V}, collocato sul lato dorsale del tubo midollare. I sei canalini si continuano nelle figure (14) e (15), mentre nella (16), al posto del canalino C^{I}, si trova un cumulo di elementi epiteliali, che probabilmente ne rappresentano l' estremo posteriore a fondo cieco.

Il canalino C^{IV}, nella figura (17) è rappresentato da un piccolissimo foro assai vicino al canalino C^{V}; la sezione del canalino C^{II} quivi ha forma di una semplice fessura e nella figura (18) si divide nuovamente in due canalini, uno superiore più grande ed uno inferiore più piccolo che ho indicato, come i precedenti che vi corrispondevano, colle lettere C^{I} e C^{II}. Intanto fra i canalini C, C^{IV} e C^{V}, se ne forma uno nuovo, C^{VI}. Piccole lacune stanno verso il centro.

Dalla figura (19) alla (36) troviamo dei fatti nuovi, meritevoli di maggiore attenzione. Dorsalmente al tubo midollare manca l' ectoderma e però si vede il tubo midollare allo scoperto, con una piccolissima insenatura dorsale in forma di doccia che rappresenta la continuazione del canalino C^{V}. Inoltre l' ectoderma presenta due gittate molto profonde, che si possono però notare, sebbene meno sviluppate, anche in diverse sezioni precedenti, le quali gittate si insinuano fra il tubo midollare e le protovertebre, e si riducono man mano di volume verso le ultime sezioni. Queste gittate ectodermiche, che sono così esageratamente sviluppate, forse in conseguenza dell'anomalo sviluppo del midollo, non sono state descritte, ch' io mi sappia, da altri autori.

Dalla figura (21) alla (41), il condotto di Wolff si presenta sdoppiato; nella (42) torna unico.

Nella figura (20) e nelle successive, il canalino C^{III} si fonde col C^{IV} ed il canalino C col C^{VI}. La cavità formata da quest' ultimi si avvicina sempre più verso il lato dorsale del tubo midollare, ed infine si apre direttamente all' esterno [figura (22)] continuando a rimanere in tale stato fino alla figura (30) in forma di escavazione più o meno profonda. Nella figura (23) si chiude il canalino C^{II} ed un altro se ne forma accanto al ca-

nalino C^{III}; lo chiamo canalino C^{IV}, al pari di quello scomparso in tal sito.

Nella figura (24), verso la parte dorsale del tubo midollare, si ha la formazione di un nuovo canalino che, per la corrispondenza al precedente, chiamo di nuovo C^{V}.

Condizioni quasi identiche si rinvengono nelle figure (25), (26) e (27). Nella (28), il canalino ultimo formatosi scomparisce ed intanto la superficie dorsale del tubo midollare va appianandosi sempre più. Si hanno così tre canalini fino alla figura (32), nella quale, in prossimità del canalino C^{III}, se ne forma uno nuovo che, per il sito occupato, chiamo nuovamente C^{II}.

Questi quattro canalini, il più ventrale dei quali va pigliando man mano il sopravvento, si riscontrano fin nella figura (36), dove scomparisce il nuovo canalino C^{II}, mentre nella (38) scomparisce il canalino C^{IV} forse fondendosi col canale ventrale più grosso, il quale nella figura (41) rimane solo, e nella (42) e successive, che non ho creduto utile disegnare, va acquistando forma sempre più rotondeggiante ed assai simile ad un canale centrale normale. È da notare infine che dalla figura (37) a tutte le successive, la lamina ectodermica copre di nuovo il midollo.

Si tratta dunque di un tubo midollare il quale, presenta due, tre, quattro ed in un punto financo sette canalini (fig. 18), tutti ben distinti l' uno dall'altro ed addossati fra loro.

Di fronte a questa interessante anomalia, sorgono parecchie domande. La prima e la più interessante è la seguente: si conserva il vero canale centrale midollare durante il corso del midollo anomalo da me riscontrato?

L' esame dell' insieme delle sezioni permette di rispondere affermativamente a tale domanda, come sarà qui dimostrato. Infatti il canale centrale nella regione anomala subisce diverse modificazioni di forma, grandezza e posizione; in taluni punti assume finanche un valore secondario rispetto ai canali anomali, ma esso è sempre presente, sebbene in una regione sia duplice

ed in un' altra ove è pure duplice uno dei due, il dorsale, è aperto a doccia come negli stadî primitivi.

Il canale centrale va da prima riducendosi di calibro (figg. 3 e 4), fino a divenire molto più ristretto del primo canale accessario formatosi (fig. 4). Nello stesso tempo esso si sposta dalla sua direzione normale primordiale, poichè invece di avere il suo asse maggiore nella sezione, perpendicolare alla superficie generale dell' embrione, lo presenta invece obliquo (fig. 3). In seguito torna ad assumere man mano maggiori dimensioni (figg. 5 e 6), finchè raggiunge il volume primitivo (figg. 7 e 8). Dopo ciò, per la formazione di un setto nella sua parte inferiore (fig. 9), si divide in due canali (fig. 10), di cui il superiore ha un calibro maggiore dell' inferiore (fig. 10, C^{III}); sia l' uno che l'altro però ben presto diminuiscono di volume, sebbene non ugualmente allo stesso livello, (figg. 11 a 16), ma in seguito nuovamente si dilatano (figg. 17 a 21). Poi quello che rappresentava il vero canale centrale, si va ad aprire direttamente all'esterno, avendo però il suo asse maggiore diretto obliquamente (figg. 22 a 27); infine sparisce del tutto (fig. 30), ma rimane come rappresentante del canale centrale, quello da lui derivato e che abbiam veduto sorgere fin dalla figura (9); e questo canale, dopo la sparizione del canale centrale primordiale, ben presto si dilata fino ad assumere le dimensioni e la forma di un canale centrale normale. Ed infatti esso si continua col canale centrale normale della parte posteriore dell' embrione.

Un' altra domanda, anch' essa di un notevole valore, è la seguente : qual' è la simmetria che rispetto al canale centrale hanno i varii canali anomali da me riscontrati; cioè in qual punto della parete midollare i detti canali si sono formati? Dall' esame delle singole sezioni risulta che la parete destra del midollo è quella che presenta questi canali anomali, e ciò rispetto alla parte anteriore del canale centrale primitivo, ma rispetto al canale centrale da esso derivato, e che si continuerà col canale centrale normale posteriore, i canali anomali sono tutti dorsali.

Sorge in fine una terza domanda : sono questi canali anomali formati indipendentemente dal canale centrale, o pure essi direttamente od indirettamente sono da questo provenuti ?

Anche qui l' esame delle sezioni ci dimostra come essi si debbano, con probabilità, ritenere quali estroflessioni del canale primordiale centrale, sia in uno stadio più primitivo del presente, cioè quando il canale centrale era ancora allo stato di doccia midollare, sia in uno stadio posteriore, quando cioè esso si è già chiuso.

Infatti il canale C^{I} mostra soprattutto nelle fig. (3) e (4) una tendenza ad avvicinarsi al canale C, specialmente nella sua parte inferiore; donde si può dedurre che, con probabilità, in uno stadio anteriore questi due canali ad un certo livello (forse nelle figg. 3 e 4) si trovassero uniti. Un fatto analogo troviamo per il canale C^{VI} che, mentre nelle figg. (18) e (19) è distinto dal canale centrale, nelle figg. 20 e 21 è invece ad esso unito, donde si deve dedurre che il canale C^{VI} delle figure 18 e 19 é sorto da una divisione del canale C.

Un fatto che voglio mettere pur in rilievo, perchè non è stato constatato da nessuno degli altri autori (e forse ciò si deve al fatto che essi sorpresero l'anomalia ad un grado più evoluto) è quello rappresentato nelle figg. (22) a (29), dove il canale centrale si trova allo stato di solco, sia pure a direzione ed a pareti anomale, come si presenta il sistema nervoso prima della 30ª ora. Io non so se questo solco nel seguito dello sviluppo si sarebbe chiuso per fusione delle sue labbra dorsali, oppure se man mano esso sarebbe andato a sparire, essendovi nella medesima regione già il rappresentante del vero canale centrale. In ogni modo questo è uno dei fatti più notevoli da me riscontrati, perchè si allontana da quanto era stato fin qui descritto nelle consimili anomalie.

L'anomalia che presenta maggiori somiglianze con quella che ho ora descritto, è stata illustrata per la prima volta dal-

l' Oellacher (1), che appunto nel luglio 1873 rinvenne un embrione di pollo di quattro giorni, incubato artificialmente, tuttavia vivente, ma che mostrava poco energica circolazione, ed in 22 sezioni (delle quali non è detto lo spessore) della porzione toracica del tubo midollare, presentava il canale centrale da prima un poco allargatò e successivamente modificato e spostato in vario modo per la formazione di altri quattro canali, rivestiti da epitelio cilindrico. Il tubo midollare del resto, come rilevasi dai disegni che accompagnano il lavoro, era chiuso e separato dorsalmente dalla lamina ectodermica, che formava uno strato continuo. L'embrione presentava inoltre lateralmente ed a destra del tubo midollare, per il tratto corrispondente all'anomalia, una ripiegatura ectodermica che, approfondendosi quasi perpendicolarmente verso il lato ventrale, veniva a contatto della vena cardinale e del rene primitivo. Il resto dell'embrione si mostrava normale.

Nel suo voluminoso trattato sulle mostruosità artificiali, il Dareste dice di aver veduto in un certo numero di casi la midolla con tramezzi trasversali o longitudinali che la dividevano in un numero più o meno grande di cavità, ma non viene ad una descrizione particolareggiata di tale anomalia, della quale lo studioso non può farsi un concetto chiaro ed esatto, anche perchè, come del resto in tutta l' opera del teratologo francese, manca l' esame istologico degli embrioni.

Nel sistema nervoso centrale sono state studiate cavità anomale che, a me sembra, non possano ritenersi simili a quelle rinvenute nel mio embrione.

Così per il cervello, le cavità descritte dal Lebedeff (2) nei suoi embrioni anencefali, i due canalini che il Beisso (3) ha ri-

(1) OELLACHER — *Ueber einen Fall partieller Multiplicität des Rückenmarckes in einem viertägigen Huhnerembryo* — Berichte des naturwssenschaftlich — Medizinischen vereines in Innsbruck. 1875. p. 20.

(2) LEBEDEFF — *Ueber die Entstehung der Anencephalie und Spina bifida bei Vögeln und Menschen* — Archiv. f. pathol. Anat. Bd. LXXXVI, 1881, p. 263.

(3) BEISSO — *Contributo allo studio della midolla allungata,* Genova 1884.

tenuto normali nell' encefalo umano, i canali e le lacune che il Breglia (1) rinvenne nell' encefalo di un feto di coniglio, se pure hanno avuto lo stesso modo di formazione di quelle da me descritte, ne differiscono per sede, per conformazione, per epoca di sviluppo, ecc.

Fra le anomalie midollari, i casi di doppio canale centrale per doppio midollo spinale totale, come in quello descritto dallo Sperino (2), o parziale, come in quello del Foà (3), ed i casi di cavità siringomieliche, di cui ha osservato recentemente un caso il dott. Raffone (4), non presentano analogia alcuna con quello da me descritto.

Come del pari non credo che i canali da me descritti, si possano paragonare con le due cavità che il Balfour (5), il Minot (6) ed altri hanno descritto come normali in un certo periodo della vita embrionale e delle quali lo Staderini ha dimostrato rimaner traccia distinta in tutte le epoche della vita, sia ad una certa altezza del bulbo rachidiano [quarto ventricolo] (7), sia nella parte inferiore del cono midollare [ventricolo di Krause] (8).

Nel caso che abbiamo in esame non si tratta di due canali lungo l' asse dorso-ventrale, ma di canali molteplici, sparsi disor-

---

(1) Breglia — *Su di un canale anomalo in un encefalo di feto di coniglio* — Giornale dell'Ass. dei Medici e Naturalisti. Anno V, Puntata 1ª e 2ª, Napoli 1894.

(2) Sperino — *Sur la moelle épinière d'un veau « dicephalus dipus dibrachius »* — Archives Italiennes de Biologie, Tome XV, Fasc. II, 1891.

(3) Foà — *Di una rara deformità del midollo spinale.* Rivista sperim. di Freniatria — Anno IV, 1878, pag. 29.

(4) Raffone — *Il midollo spinale di un mostro umano anencefalo.* R. Accad. Peloritana di Messina, tornata 6 maggio 1898.

(5) Balfour F. M. — *Handbuch der Vergleichenden Embryologie* — Iena 1881. Figure 116 e 246 nelle pagine 163 e 372.

(6) Minot Ch. S. — *Lehrbuch der Entwickelungsgeschichte des Menschen.* Leipzig 1894 — Figure 376 e 378, pag. 680 e seg.

(7) Staderini R. — *Osservazioni comparative sullo sviluppo e sui caratteri definitivi della cavità del quarto ventricolo al suo estremo caudale* — Firenze. Tip. G. Carnesecchi, 1896.

(8) Staderini R. — *Il ventricolo di Krause nella sua conformazione e in confronto col seno romboidale degli uccelli e col quarto ventricolo*—Monitore Zoologico Italiano—Firenze. Anno VII. N. 8, Agosto 1896.

dinatamente in tutto il midollo, a decorso irregolare ed accompagnati ad altre anomalie di conformazione.

In quanto all'*etiologia* dell'anomalia riscontrata, l'Oellacher credette poterla riferire nel suo caso ad un abbassamento di temperatura avvenuto nell' incubatrice. Da canto mio, posso segnalare il fatto opposto, perchè la temperatura nella quale si sviluppò l' embrione si mantenne piuttosto elevata (41°, 5).

Ed a questo riguardo è da ricordare che il Dareste ritiene favorevole alla evoluzione normale, la temperatura che va da 35° a 39°, mentre da 41° a 43° si avrebbe lo sviluppo del germe per poco tempo ed a 44° la morte di esso; Prévost e Dumas credono che la temperatura sia egualmente conveniente da 30° a 40°. Io posso dire di aver ottenuto fino a 72 ore , lo sviluppo normale di embrioni, anche a 42°.

Non escludo con ciò che la temperatura piuttosto elevata abbia potuto influire sull' anomalia di cui mi occupo; come per altro non so trascurare il fatto avanti cennato che, con probabilità, traccie di vapori di xilolo si trovassero nell'incubatrice ed influissero sullo sviluppo dell' embrione.

Ed ora poche parole sulla *genesi.*

Il periodo precoce di sviluppo nel quale ho sorpreso l' embrione , che presenta non uno , ma parecchi canali midollari completamente chiusi, mentre rende meno probabile l'ipotesi del Dareste, che tale anomalia attribuisce alla tardiva chiusura del tubo midollare , dà maggior valore all' ipotesi dell' Oellacher, il quale ammette che questa anomalia si formi in un periodo in cui il canale centrale è ancora aperto. Col mio caso questo periodo si può meglio determinare e limitare al primo e secondo giorno di sviluppo. Forse nella doccia midollare, continua l' embriologo alemanno, si sono formate delle doccie secondarie, ciascuna delle quali si è chiusa separatamente.

Questa spiegazione non si può, a mio modo di vedere, accettare finora; sembrami anzi (e mi riservo di dimostrarlo istologicamente in un prossimo lavoro) che i canalini secondarî

provengano da estroflessioni laterali del canale centrale primitivo.

Conchiudendo, l' embrione di pollo da me descritto, presenta nella regione addominale anteriore un brevissimo tratto di tubo midollare non coperto da ectoderma con solchi sulla superficie dorsale, i quali si continuano coi canalini più superficiali che stanno nel suo spessore; canalini varii per numero (fino a sette), grandezza e decorso, rivestiti da epitelio cilindrico stratificato d' aspetto normale, in qualche punto comunicanti fra loro e qua e là interrotti da setti trasversali, tutti decorrenti quasi parallelamente all' asse principale del tubo midollare, il quale appunto per essi presenta una superficie esterna irregolare.

Dopo che di questo lavoro avevo fatto comunicazione all' Accademia Gioenia, nella tornata del 26 giugno 1898 (1) ed avevo pubblicato un riassunto nella *Riforma Medica* (2), ha veduto la luce nell' *Anatomischer Anzeiger* (3) una nota della Sig.ª Amelia Smith, la quale, sezionando un embrione di pollo di dieci giorni, ha riscontrato in corrispondenza del cuore e dei polmoni, in 14 sezioni consecutive (di spessore non conosciuto), il midollo spinale con molteplici canali. In numero variabile (fino a 4 nella medesima sezione), essi hanno decorso irregolare e sono tappezzati da cellule ciliate simili a quelle del canale centrale. Questo è alla sua volta modificato di forma e di ampiezza ed assume spesso le dimensioni dei canali secondari.

Uno di essi giace sul limite dorsale del midollo spinale, ma è chiuso e sull' embrione non sezionato sporgeva in forma di cresta.

Come negli altri casi finora descritti, l' anomalia non interessava tutto il midollo, il quale dalla metà del corpo di Wolff

---

(1) *Bollettino delle sedute dell' Accademia Gioenia* Fasc. LIII-LIV Maggio-Giugno 1898, pag. 36.

(2) *Riforma Medica*. vol. III. n. 39, 18 agosto 1898, pag. 458.

(3) Amelia C. Smith—*Multiple canals in the Spinal cord of a Chick Embryo-Anatomischer Anzeiger*, vol. XV, n. 4. 12 settembre 1898, pag. 56.

fino alla coda era normale, nè gli altri organi mostravano alcuna anomalia.

A nessuna causa si potè attribuire questa deformazione, perchè l' uovo dal quale l' embrione si era sviluppato era stato tenuto nell' incubatrice insieme ad altri, che originarono embrioni normali.

Sulla genesi di questi canali secondarii, l' A. crede che essi sorgano come estroflessioni del canale centrale.

Riguardo a ciò, potrei riferirmi a quanto più avanti è stato detto, se non volessi far osservare che, anche dopo quest' ultimo della Smith, il mio caso rimane di un' importanza speciale, perchè soltanto in esso l' anomalia è sorpresa in un periodo abbastanza primitivo.

Infine è da notare che i vari casi finora riscontrati dimostrano che nel midollo spinale dell' embrione di pollo esiste una regione, press' a poco corrispondente alla toraco-addominale, nella quale esso soggiace più frequentemente ad anomalie di formazione.

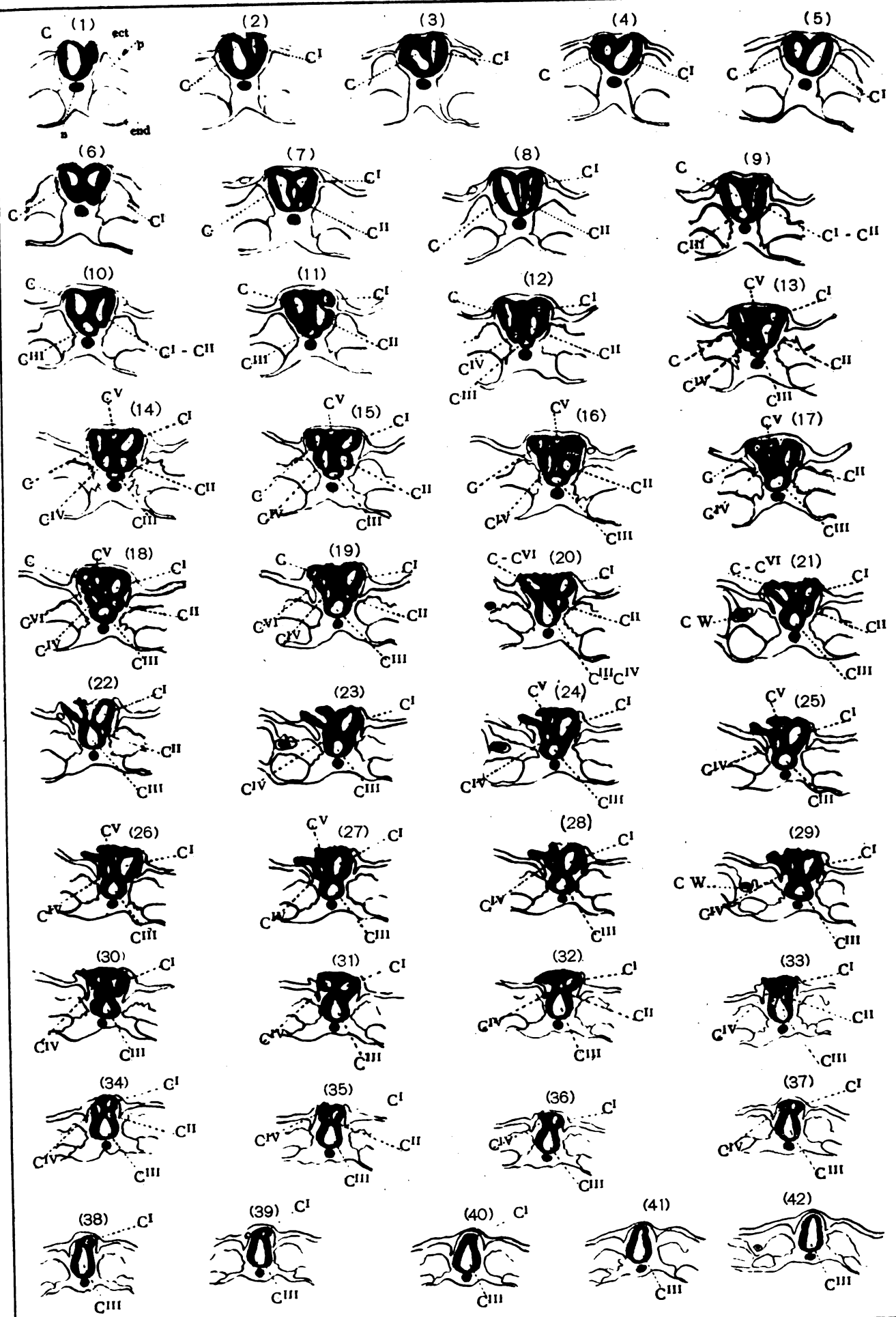
SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Le figg. (1) a (42) rappresentano la serie delle sezioni che costituiscono il tratto anomalo dell' embrione e corrispondono alle sezioni 173^a, ecc. fino alla 214^a della serie completa, andando dalla parte cefalica verso la caudale dell' embrione.

In queste figure è stato disegnato con tinta più oscura il midollo spinale per dare maggior rilievo all' anomalia stessa. L' ectoderma è stato disegnato con doppia linea; l' endoderma con una linea semplice; il mesoderma con un' area a tinta pallida. La notocorda è disegnata con una tinta oscura quanto quella del midollo spinale. Il canale di Wolff, che è indicato con C. W. nelle figure (21) e (29), è stato anche disegnato nelle figure (20), (23), (24) e (42) nelle altre è stato omesso.

ect = ectoderma — end = endoderma — p = protovertebre — n = notocorda — CW = canale di Wolff — C = canale centrale — C^{I}, C^{II}, C^{III}, C^{IV}, C^{V}, C^{VI} = canali secondari.

G. CUTORE DIS.

ROMA FOT. DANESI

Sulla trasformazione dei Peptoni nell' intestino

Memoria del Prof. A. CAPPARELLI

In fisiologia domina l' opinione, che prodotti finali della digestione delle sostanze albuminoidi, per opera degli enzimi proteolitici, nel tratto gastro intestinale e principalmente in quest'ultimo, siano la trasformazione dei medesimi, in un gruppo di sostanze poco differenti fra di loro; fra queste, la definitiva sarebbe principalmente quella denominata peptone.

Come conseguenza della digestione prolungata nell'intestino, per azione degli enzimi pancreatici principalmente, abbiamo poi un' altra serie di derivati dai peptoni, che devono considerarsi, quando esistono in grande quantità nei prodotti della digestione intestinale, come sostanze anormali ed estranee ad una règolare e normale digestione, (leucina-tirosina ed altri acidi amidati).

Parimenti si ammette, che i peptoni prodotti finali della digestione gastro intestinale, assorbiti, si trasformano accedendo nel liquido sanguigno; cosichè, anche durante il periodo attivo di assorbimento intestinale, non si rinvengono come tali nel sangue; e credesi che si siano trasformati nei differenti prodotti albuminoidi del sangue stesso.

Ignoravasi dove avvenisse questa trasformazione dei prodotti digeriti; cioè dei peptoni; e quale fosse il prodotto della trasformazione dei peptoni.

Un primo passo alla quistione fu fatto fare dal Salvioli, egli esperimentando per altre ragioni, in un'ansa intestinale di cane, provvista dal mesentere, praticava una circolazione artificiale, fa-

cendo entrare il sangue per un ramo dell' arteria mesenterica ed uscire per la vena corrispondente; mentre riempiva l'ansa lavata e legata ad un' estremità, con una soluzione di peptone. Dopo un certo tempo osservava che il peptone scompariva, ma non si trovava nel sangue, mentre poteva costatarlo nel sangue se lo introduceva direttamente. Era dunque logico sospettare che durante l' assorbimento, nell' attraversare le pareti intestinali ed i linfatici il peptone era stato trasformato. Dava così un'altra sanzione sperimentale, al fatto già ammesso, che i peptoni dopo l' assorbimento scompaiono nel sangue.

Hofmeister e Neumeister dimostrarono: che spezzettando mucosa gastrica e parete intestinale, con proteosi e peptoni, sciolti in liquido sanguigno defibrinato dello stesso animale ed agitando il miscuglio con una corrente di aria, vedevano in gran parte scomparire i peptoni. Lo stomaco e l'intestino perdevano questa proprietà scaldati a 60° C.

Hofmeister suppose, che la trasformazione fosse fatta dai leucociti del tessuto adenoide della mucosa intestinale, dai gangli linfatici; e fosse opera dell' attività vitale di elementi istologici.

Con queste ultime esperienze veniva a precisarsi, che la nota trasformazione dei peptoni avveniva nelle pareti intestinali; ma non era determinato in qual punto ciò avvenisse; nè era perciò chiarito il quesito, se prodotto finale della digestione dei proteidi, nel tratto gastro intestinale, fossero le albumosi e i peptoni o un prodotto di trasformazione dei medesimi.

Fu appunto la risoluzione di questo problema, che dette origine alle mie ricerche, che qui sotto riferirò.

Premetto, che il peptone da me adoperato per le ricerche era fornito all' istituto, dalla casa Kahlbaum, mantenuto in recipienti ben chiusi ed in ambiente secco; volli anche assicurarmi della sua purezza, esso in fatti possedeva le note e caratteristiche proprietà del peptone, conteneva tracce di albuminoidi e come impurezza una certa quantità di silicati, che attribuì alle pareti dei vetri o alle vernici dei recipienti, in cui fu preparato il peptone.

Il succo gastrico attaccando, come è risaputo, durante la digestione anche i silicati.

Parimenti la pepsina, ptialina e tripsina, adoperate nei miei esperimenti, erano state fornite dalla casa sudetta e quantunque fossero da qualche anno nel laboratorio, possedevano spiccatamente le loro proprietà biologiche.

Esperienza — Ciò posto, ad un cane del peso di 5 chilogrammi, amministrai un pasto abbondante di latte e pane; dopo un'ora e mezza, sagrificato l'animale, aperto l'addome viene staccata un'ansa intestinale, verso la porzione mediana del tenue aperta questa ed allontanati gli avanzi alimentari dalla superficie interna; quindi con un coltello viene raschiata un poco della mucosa dell' intestino, che con poca acqua distillata è collocata dentro un dializzatore: nel recipiente esterno viene collocata la soluzione di peptone titolata e sterilizzata; ed è il tutto tenuto alla temperatura di 37° C. per 3 ore, dopo è esaminato il liquido in contatto con la raschiatura di mucosa intestinale, che era aumentato per la penetrazione di dissoluzione di peptone dal recipiente esterno: esso non presentava coi reattivi più tracce di peptone; invece trovai una certa quantità di albuminoidi precipitabili dagli acidi e dal calore, che io attribuì, non già ad ulteriore metamorfosi del peptone, ma a dissoluzione degli albuminoidi del protoplasma degli epiteli della mucosa intestinale.

I risultati di questo esperimento, furono riaffermati da 3 osservazioni identiche successive.

I reattivi che io adoperava per constatare nei liquidi in esame la presenza dei peptoni erano: l'acido picrico in soluzione satura, che io adoperava sempre in presenza di piccole quantità di acido acetico: per avere il criterio sulla quantità di peptone precipitato, scaldava questo all' ebollizione, così il precipitato di peptone si disciogheva, mentre l' albuminoide mescolato al peptone, rimaneva indisciolto e colla filtrazione a caldo poteva sempre separare quest' ultimo; mentre lasciando raffreddare, ot-

teneva da capo precipitato tutto il peptone. L'altra reazione da me adoperata era quella di Piotrawsky o del biurete.

Trattando il peptone con la soluzione di solfato di rame in presenza di soda sciolte in acqua, otteneva la caratteristica colorazione dei peptoni. Furono principalmente queste le due reazioni adoperate nei miei esperimenti ma non le sole.

Riferendomi alle esperienze superiormente cennate, era evidente, che quantunque io avessi adoperato una soluzione di peptone sterilizzata e recipienti sterili ed avessi raccolto con tutte le precauzioni possibili la raschiatura di mucosa intestinale, pure era spontaneo il sospetto, che la modificazione da me trovata dipendesse da fermenti organizzati, da batterî estranei ai processi fisiologici intestinali, condotti sulla superficie intestinale eventualmente dall' esterno, con le sostanze alimentari.

Il fatto però, della completa trasformazione del peptone in un tempo rapidissimo, la nessuna modificazione subita dal peptone dal recipiente esterno, messo in condizioni poco dissimili da quello del recipiente interno, forniva già alcune garanzie, ma non eliminava il sospetto, che la trasformazione non potesse essere devoluta ad elementi estranei ai fattori ordinari della digestione intestinale.

Per chiarire meglio l' argomento feci la seguente esperienza:

Ad un cane giovane del peso di Kg. 5, viene fatto fare un pasto di pane; dopo 21 ora circa, viene cloroformizzato, aperto l' addome, estratta un'ansa intestinale vuota, che è compresa fra due legature, l'ansa, che è presa verso la metà dell' ilio ed è lunga 15 centimetri, viene isolata dal mesentero: come è noto, in queste condizioni può l' ansa conservare uno stato di integrità per la durata relativamente breve dell' esperimento.

Nell'ansa isolata, con una siringa munita di un ago canula, veniva introdotta una soluzione di peptone nell' acqua distillata al 0, 50 °/₀, come al solito sterilizzata. Quindi l' ansa medesima veniva ricollocata, col pacchetto intestinale, nella cavità addominale, le cui pareti tagliate venivano cucite.

Dopo un' ora venivano tagliati i punti di satura, riaperto l' addome ed estratta l' ansa, che differiva dal restante pacchetto intestinale per l' aspetto esangue : esposta all' aria presentava i noti movimenti peristaltici ed anti-peristaltici, non avendo presentato in ciò palesamente alcun disturbo per la soppressa circolazione sanguigna. Estratto il liquido dell'ansa tagliata, era versato sul filtro, ed il liquido limpido filtrato dava con la soluzione di acido picrico in presenza di acido acetico, non più abbondante, ma tenue precipitato; che non scompariva col riscaldamento. Il peptone era quindi scomparso e rimaneva una piccola quantità di albuminoide evidentemente preesistente sulla superficie intestinale: o per lo meno, io attribuî la costante presenza di questa piccola quantità di albuminoide, non già a possibile trasformazione del peptone introdotto in albuminoide, ma ad avanzi alimentari o a disfarsi degli strati più superficiali della mucosa intestinale.

Con la soluzione alcalina rameica, non otteneva la caratteristica reazione dei peptoni.

In altri termini il peptone si era trasformato nell' intestino.

La brevità del tempo, durante il quale avvenne la trasformazione, la porzione relativamente breve dell'ansa, in cui fu interrotta la circolazione, l' averla tenuta in condizioni di ubicazione e calore quasi normali, il fatto che i movimenti normali dell' intestino erano conservati, assicuravano che la trasformazione del peptone era avvenuta in condizioni quasi fisiologiche; e per potere della mucosa intestinale, essendo impedito l' assorbimento e sottratta l' influenza della circolazione sanguigna.

Naturalmente dopo questo risultato positivo, volli tentare l' esperimento variandolo nel senso, che invece di adoperare un animale tenuto da poco tempo digiuno, adoperai un animale che digiunava da 3 giorni. L' ansa isolata, aveva l' estensione di 20 c.m. e la soluzione di peptone era all' uno per cento.

Il liquido fu tenuto un' ora e mezza nella cavità addominale.

Estratto questo liquido fu filtrato; ed essendo molto colorato in giallo, fu trattato con carbone animale, quindi filtrato di nuovo: si ottenne un liquido incoloro, che non precipitava per l'azione dell'acido picrico, con aggiunta di acido acetico, ne si colorava caratteristicamente col liquido cupro-sodico. Come nel caso precedente, si era dunque quasi completamente trasformato.

Esperienza — Volli allora vedere, se anche negli animali giovani avvenisse egualmente nell'intestino la trasformazione dei peptoni; e adoperai un piccolo cane, del peso di 1600 grammi, di 3 mesi di età; sul quale praticai l'esperienza con la tecnica precedente, ma anche dall'intestino di questo piccolo cane, estrassi il liquido introdotto, che sottoposto ai medesimi trattamenti dette eguali risultati, cioè: il peptone si era egualmente trasformato.

Ho ripetuto parecchie volte, durante le ulteriori ricerche, sostanzialmente il medesimo esperimento, con identici risultati: cioè, che i peptoni nell'intestino subiscono prima di essere assorbiti una metamorfosi tale, da essere trasformati in una sostanza perfettamente differente dal peptone.

Volli naturalmente vedere se l'epitelio intestinale contenesse in modo permanente una sostanza isolabile, capace di operare anche in vitro, la trasformazione dei peptoni disciolti.

Uccisi un cane, estrassi un pezzo di intestino che apersi e liberai meccanicamente del materiale contenuto sulla superficie epiteliale, quindi raschiai e mescolai il prodotto della raschiatura, con del talco veneto lavato e secco, in un mortaio di vetro, sino ad avere una poltiglia quasi secca.

Completai il diseccamento di questa poltiglia, sotto una campana contenente dell' acido solforico.

Dopo spappolai in un mortaio la sostanza secca, che triturai bene e passai a setaccio, per liberarla dagli avanzi della raschiatura della mucosa intestinale. Un poco di questa sostanza passata allo staccio, fu versata in un pallone contenente la solita soluzione titolata di peptone, fatta di recente.

Il tutto fu messo a digerire in un termostato alla temperatura di 37° 38° C. per un paio di ore, quindi fu filtrata la miscela, nel liquido filtrato si rinvenne una discreta quantità di albuminoide, proveniente evidentemente dagli avanzi albuminoidi della raschiatura della mucosa dell'intestino e una piccola quantità di peptone; una porzione, la maggior parte, erasi trasformato.

Questo principio di tentativo di isolare la sostanza che ne opera la trasformazione, era in parte riuscito. Ma i dubbi che mi assalirono immediatamente, cioè, che la trasformazione dei peptoni nell'intestino fosse la continuazione dell'azione dei fermenti digeritori ordinari; l'esperienze con essi intraprese, coronate da successo, mi distolsero dal continuare questa ricerca della separazione dell'enzima, che trasforma nell'intestino i peptoni.

Esperienza — Feci una miscela di pepsina, tripsina e ptialina dalla fabbrica Kahlbaum, esistente da anni nel laboratorio, che mescolai alla solita soluzione sterile di peptone e titolata; misi il tutto a digerire nel termostato alla temp. di 37° 38° C. per un'ora, ed in alcune eperienze per un'ora e mezza; dopo la miscela veniva filtrata, quando non era molto colorata ma attiva, come sopra dissi, veniva saggiata senz'altro e nei casi che si colorava molto, veniva decolorata a caldo con carbone animale; si otteneva un liquido trasparente nei due casi, quasi incoloro quando si impiegava il carbone animale, che non precipitava quasi più, con la soluzione satura di acido picrico addizionata di acido acetico, ne presentava la reazione del biurete.

In altri termini, i risultati con questo metodo ottenuti, erano identici a quelli che si avevano quando il peptone era direttamente introdotto e tenuto nell'intestino.

Con una serie di ricerche separate, potei dimostrare; che non si otteneva completa trasformazione, adoperando pepsina sola e peptone, ptialina e peptone—ma si ottenevano risultati positivi adoperando tripsina sola.

Però dovetti, in base a replicati esperimenti convenire, che la trasformazione era pronta, completa nell'intestino; ed in un

tempo relativamente breve; si otteneva quasi il medesimo risultato impiegando non tripsina sola, ma tutte e tre i fermenti mescolati assieme.—Ed anche in questo caso la trasformazione non era completa come nell' intestino, attribuiva questo risultato al fatto, che il materiale da me impiegato quantunque ben conservato ed efficace, non era di data recente.

Per meglio assicurarmi che veramente una modificazione nella natura chimica del peptone era avvenuta, volli determinare prima il potere rotatorio della soluzione impiegata e quindi dopo l' avvenuta trasformazione, per opera della miscela dei fermenti.

Adoperai una soluzione di peptone in acqua distillata al 16 °/₀ il cui potere rotatorio era di 47, 5 , adoperando il tubo lungo un decimetro, ed essendo lo O. dell' apparecchio, eguale a 50. Questa soluzione essendo un poco colorata, fu decolorata con del carbone animale, l' osservazione fu fatta di notte e con fiamma sodica.—Si ottenne per ciò una deviazione di 2, 5.

Dopo la soluzione assieme ai tre enzimi fu messa nel termostato alla temp. di 37° 38° C. dopo due ore circa fu ritirata trattata di nuovo con carbone animale a caldo e filtrata.

Il liquido filtrato fu trattato con carbone animale e filtrato di nuovo, fatta la nuova determinazione si ebbe una media di 48, 8.

Vuol dire una deviazione di 1, 2.

In altri termini per opera dei fermenti la soluzione di peptone si era modificata nella composizione in modo da avvicinarsi allo zero.

In una nuova determinazione, i cui risultati non trascrivo per amore di brevità e dove la trasformazione del peptone era avvennta non già in vitro, come nel caso precedente, ma nell'intestino, la deviazione della soluzione di peptone trasformato, fu molto più considerevole, quantunque per la concentrazione della soluzione impiegata, non tutto il peptone introdotto nell' intestino erasi trasformato.

Queste prove decisive, aggiunte alle modificate reazioni chi-

miche, mi inducevano a ritenere in modo assoluto, che il peptone effettivamente si era definitivamente modificato.

È giusto, notare, che in questa ultima esperienza, potei determinare con le già cennate reazioni, che non tutta la soluzione di peptone si era trasformata, ma solamente una parte; attribuii questo fatto alla forte concentrazione della soluzione di peptone, 16 °/₀, impiegata.

Come è noto, i fermenti agiscono più facilmente e più prontamente in soluzioni meno concentrate, che in quelle concentratissime.

Alcune reazioni tentate sopra questa miscela di peptone e peptone trasformato, mi indussero a ritenere: che io aveva col procedimento impiegato, ottenuto due prodotti, uno era il peptone trasformato e l' altro un prodotto intermedio tra il peptone e quello trasformato.

Infatti questo prodotto intermedio, precipita con un grande eccesso di soluzione di acido picrico, il precipitato si ridiscioglieva scaldando all' ebollizione, ma non si precipita col raffreddamento, come fa il vero peptone, mentre quello trasformato completamente, non precipita nemmeno con un eccesso di acido picrico.

L' acido acetico ridiscioglieva poi il precipitato ottenuto con l' eccesso di soluzione di acido picrico.

Questo prodotto dalla trasformazione dei peptoni nel pacchetto intestinale, per l'opera dell'attività dei fermenti, non è, uno dei prodotti noti, che sogliónsi ordinariamente produrre protraendo a lungo il processo della digestione delle albuminosi, principalmente per opera della tripsina. Cosa del resto, che era dimostrabile indipendentemente dalle altre proprietà, per il fatto che la trasformazione del peptone avveniva sulla mucosa intestinale senza il concorso della tripsina; ed è noto, come in questi ultimi tempi, si tenti negare l'esistenza di un vero enzima proteolitico nell'intestino; e invece tende ad ammettersi l' esistenza di processi di putrefazioni, ai quali vengono attribuiti le modificazioni degli albuminoidi in peptoni nell' intestino. Ciò posto non può attri-

buirsi veramente la trasformazione pronta dei peptoni nell' intestino alla tripsina, la quale nei miei esperimenti sugli animali non esisteva, essendo stato eliminato il concorso del succo pancreatico.

In effetti seccando, in presenza di acido solforico, la dissoluzione di peptone trasformato, non si ottiene alcun composto cristallino; ne esso da le reazioni della tirosina, leucina ecc.

Si ottiene col diseccamento una sostanza dell' aspetto delle sostanze gommose, che in lamine ha il colore e l' aspetto di zolfo grezzo fuso, che si può con la triturazione ridurre in una polvere bianca, igroscopica, solubilissima nell' acqua, di reazione quasi indifferente, insolubile nell' alcool, che precipita in fiocchi bianchi trattata con acetato di piombo,—che riduce parzialmente il liquido di Fehling.

Essa differisce dagli albuminoidi, dai peptoni e dalle albumosi.

Tutto fa credere, che il nuovo composto sia un prodotto molto più semplice dei peptoni, per cui si intenderebbe l' estrema solubilità e la grande diffusibilità.

La dissoluzione concentrata di questo prodotto, trattato con potassa solida, reagisce con la soluzione cuprosodica come i peptoni ordinari, tende per questa azione della potassa a riacquistare le proprietà dei peptoni, dalla trasformazione dei quali essa deriva: la solubilità del composto ottenuto, l'azione spiegata della potassa, che tende a ricondurla verso i peptoni, fa credere che il prodotto ottenuto sia di composizione molto più semplice del peptone.

Così si intenderebbe facilmente, perchè il liquido sanguigno durante l' attivo assorbimento, non perde le sue proprietà coagulanti, inquantochè non passa peptone nel sangue, ma invece un nuovo composto, con proprietà differente dei peptoni.

Ho voluto anche vedere, se la bile esercitasse influenza trasformatrice sui peptoni nell' intestino, ed ho introdotto in una cistifellia di bue, del peptone in soluzione titolata, che poi ho

messo al solito nel termostato per qualche ora — Il liquido che n' estrassi colorato in giallo, per bile, fu trattato con carbone animale a caldo e filtrato, e raffredato: coi reattivi soliti potei constatare, che non si era sensibilmente modificata la soluzione di peptone.

L'esito negativo di questa esperienza mi distolse di ripeterla, come avrei dovuto, con bile di cane.

Del resto era nei miei esperimenti nettamente dimostrato, che nel pacchetto intestinale principalmente, avveniva la modificazione in modo netto e preciso.

Quando al vedere poi, se questa modificazione avvenisse per virtù dell' epitelio della mucosa o per effetto del succo enterico, o viceversa per i fermenti che provengono dal tratto superiore del tubo gastro intestinale, nel pacchetto intestinale, io non mi sono curato ulterioremente di ricercare; pensando come nelle condizioni attuali dell' esperimentazione riesce sommamente difficile, se non impossibile, stabilire delle differenze come quelle che ho superiormente cennate.—Non ignorando, che trattandosi di fermenti, così per la via del plasma sanguigno o per quella degli elementi sospesi nel plasma stesso, possono, i fermenti, migrare dal luogo di origine e spiegare azione in altri organi distanti.

Considerando anche, come col lavaggio intestinale non sarei riuscito ad altro, che ad alterare lo stato di integrità della mucosa, senza acquistare la convinzione che col lavaggio io potessi eliminare completamente dall' epitelio i prodotti estranei, pervenuti sulla superficie intestinale, col muco del tratto superiore o cogli alimenti: trattandosi come pare probabile di azione di fermenti speciali, dove bastano tracce per avere grandi effetti, non ho creduto insistere in un genere di esperimenti, il cui esito era certamente dubbio.

Come ho superiormente accennato, tentai risolvere questa quistione tenendo gli animali lungamente digiuni e con mucosa intestinale in perfetto stato di riposo; i risultati furono brillante-

mente positivi, percui di questo potere di trasformare i peptoni, pare dotata la mucosa intestinale.

Del resto se anche la mucosa intestinale, come pare principalmente, sia provvista di questa azione trasformatrice dei peptoni, non è certamente la sola: perchè ho potuto con numerosi esperimenti stabilire: che la tripsina fornita all' istituto, dalla casa Kahlbaum, principalmente addizionata di pepsina e ptialina, opera anche la trasformazione dei peptoni, nel medesimo senso in cui avviene la loro trasformazione nell' intestino.

È noto del resto, che alcune proprietà biologiche del succo enterico sono comuni al succo pancreatico.

Per essere, come di dovere, scrupolosi avrei anche dovuto vedere, se la trasformazione fosse opera dei veri fermenti intestinali o fosse invece operata da elementi batterici accidentali.—In primo luogo potei stabilire nettamente; che la trasformazione avveniva costantemente nell' intestino, nei differenti cani da me adoperati ed in età varia ed in condizione discretamente normali; dove i processi biologici dovevano avere la prevalenza sui fenomeni di fermentazione o di trasformazioni accidentali.

Del resto la brevità del tempo durante la quale avveniva nell' intestino la trasformazione, era garenzia per credere ad una azione di enzimi, anzichè ad azione di fermenti organizzati.

Era anche del resto sino ad un certo punto una garenzia, che il fenomeno si aveva con l' uso della tripsina pura, che in gran parte, col procedimento per ottenerla, è privata dai germi estranei a quelli biologici.

Del resto o accidentali o no, essi accompagnerebbero sempre il processo normale di digestione intestinale.

Del resto tentai, con gli ordinari mezzi, di eleminare i fermenti organizzati e risparmiare gli enzimi e operare in seno ai liquidi resi asettici, la trasformazione dei peptoni, ma i risultati furono poco netti e perciò meno soddisfacenti.

Allora cercai una via inversa, cioè tentai, coltivare in peptone i germi esistenti sulla mucosa intestinale: ottenni principal-

mente lo sviluppo di un batterio, che seminato in peptone non riusciva a trasformare il peptone nel senso superiormente indicato, nemmeno in 24.

Dopo questo mi convinsi sempre più, che la trasformazione del peptone nell'intestino era opera di enzimi e non di elementi estranei alla digestione intestinale.

Restava ancora a chiarire viemeglio, se il fenomeno della trasformazione dei peptoni nell'intestino, fosse l'effetto di una reazione chimica.

Per meglio determinare il fatto che la trasformazione fosse devoluta ad enzimi intestinali, feci come ho accennato, il tentativo di isolare dalla mucosa intestinale l'enzima che trasforma il peptone nel nuovo prodotto, con risultato positivo.

Contro la superiore obbiezione di eventuale azione chimica sta anche il fatto, che nell'ansa intestinale completamente vuota, avveniva la completa trasformazione di masse relativamente considerevoli di dissoluzione di peptone, quindi anche ammesso, che dalla mucosa esangue, potesse diffondersi nella soluzione di peptone una picccola quantità di liquido capace di agire chimicamente, non avrei dovuto avere, nei casi in cui io introduceva, delle relativamente grandi quantità di soluzione, la intera e completa modificazione della soluzione di peptone.

Un altro fatto poi mi induce ad escludere, che la metamorfosi del peptone nell'intestino sia un fatto dipendente da eventuali reazioni chimiche; e questo si è, il comportamento della soluzione di peptone durante la trasformazione.

Questa avviene rapidamente, se la soluzione di peptone è allungata; ed avviene rapidamente e completamente, mentre se si impiegano per la trasformazione soluzioni molto concentrate di peptone, allora la trasformazione è parziale : si ha un comportamento precisamente, come ordinariamente osserviamo, quando gli enzimi agiscono sulle sostanze che normalmente trasformano nelle cavità naturali dell'organismo animale o anche in vitro.

Inoltre ho già accennato, che la sostanza formatasi nell'in-

testino a spese dei peptoni, io credo, sia derivato da enzimi e non da altri fermenti organizzati, inquantochè un prodotto identico, ho sempre e costantemente ottenuto in vetro, come durante il lavoro ho avuto parecchie volte l' occasione di accennare, per azione della tripsina principalmente ed in modo completo se a questa è anche associata della ptialina e pepsina.

Resta ancora a dimostrarsi il destino ulteriore di questa nuova sostanza nel sangue circolante, cioè se essa rimane come è alla superficie intestinale, oppure si trasforma nei noti albuminoidi del sangue.

Io non ho esperienze in proposito per potere chiarire il quesito, ma non posso astenermi dal riflettere, che la così detta ovomucoide, segnalata nel sangue circolante, in questi ultimi tempi, per le reazioni, per le proprietà corrisponde a questo prodotto della digestione intestinale, per cui sembrerebbe probabile il diretto passaggio di questo prodotto della digestione intestinale nel sangue, non modificato.

CONCLUSIONI

1. Il prodotto finale della digestione dei prodotti albuminoidi nell' intestino, non è il peptone.

Normalmente nel tratto intestinale e sulla superficie della mucosa e non già nello spessore della medesima, nè negli elementi linfatici delle pareti intestinali, come erroneamente fu creduto, ha luogo la trasformazione completa dei peptoni in un prodotto nuovo; che solido non ha struttura cristallina, ma ha aspetto vitreo, trasparente, quasi riducibile in una polvere bianca, tenuto in un ambiente artificialmente secco. Questo corpo è eminentemente igroscopico, solubilissimo nell' acqua, insolubile nell'alcool concentrato, dializzabile; la sua soluzione acquosa è attiva alla luce polarizzata in grado differente da quella dei peptoni.

Per le reazioni che presenta, pare un corpo di struttura più semplice dei peptoni.

2. La trasformazione dei peptoni in questo nuovo corpo è opera di enzimi.

3. La tripsina principalmente associata alla pepsina e ptialina determina in condizioni opportune di umidità e calore la trasformazione dei peptoni in vitro, nel prodotto finale della digestione degli albuminoidi nell' intestino.

Catania, Gabinetto di Fisiologia Sperimentale gennaio 1899.

Memoria VIII.

Altimetria speditiva per mezzo di altezze angolari del Sole osservate all' orizzonte artificiale ed all' orizzonte marino.

Nota di G. SAIJA.

Supponiamo avere a nostra disposizione uno strumento a riflessione (circolo o sestante), un cronometro ed un orizzonte artificiale, e di voler misurare l' altitudine di un luogo da cui si vede l' orizzonte del mare.

Basterà osservare alcune doppie altezze angolari del lembo inferiore o superiore del Sole all'orizzonte artificiale, registrando le corrispondenti ore segnate dal cronometro, ed osservare alcune altezze semplici angolari dello stesso lembo solare all' orizzonte marino, registrando anche le corrispondenti ore cronometro.

Dalla comparazione delle due serie di osservazioni si dedurrà la depressione dell' orizzonte marino, la quale depressione è sufficiente per darci l' elevazione dell' occhio dell' osservatore sul livello *attuale* del mare.

Le osservazioni si dovrebbero alternare una all' orizzonte artificiale ed un' altra al marino, ma è più comodo fare prima la serie di osservazioni di una specie e poi l' altra serie.

Per la riduzione delle osservazioni e per il calcolo della depressione si hanno due metodi: uno speditivo e l' altro rigoroso.

Metodo speditivo.

Alla media delle doppie altezze del Sole, osservate all'orizzonte artificiale, si applica la correzione d' indice del sestante, e se ne prende la metà, che indichiamo con $h_{ar}\ L_i$, supponendo che si sia osservato il lembo inferiore del Sole.

Dall' altezza apparente refratta lembo inferiore Sole, si passa all' altezza vera centro Sole, per mezzo della relazione:

$$h_v = h_{ar}\ L_i - r + p + s\,,$$

dove r rappresenta la refrazione, p la parallasse in altezza ed s il semidiametro centrale.

Indicando con l la latitudine locale, con δ la declinazione del centro Sole per l' istante medio della serie di osservazioni fatte all' orizzonte artificiale, con E l' equazione tempo per lo stesso istante, e ponendo:

$$\Delta = 90^\circ - \delta\,; \quad s = \frac{l + \Delta + h_v}{2}\,,$$

l' angolo orario solare locale P relativo al predetto istante, si otterrà per mezzo della formula:

$$\text{sen}\ \frac{1}{2}\ P = \sqrt{\frac{\cos s\ \text{sen}\,(s - h_v)}{\cos l\ \text{sen}\ \Delta}}\,.$$

La corrispondente ora media locale si otterrà colla relazione:

$H_{ml} = P + E$, oppure colla relazione:

$H_{ml} = (24^h - P) + E$, a seconda che le osservazioni sono pomeridiane od antimeridiane.

E finalmente la correzione C del cronometro sul tempo medio locale sarà data dalla formoletta:

$C = H_{ml} - H_{cr.}$, dove $H_{cr.}$ indica il medio aritmetico delle ore cronometriche corrispondenti alle osservazioni solari fatte all' orizzonte artificiale.

Indi si fa il medio aritmetico $H'_{cr.}$ delle ore cronometriche relative alle osservazioni solari fatte all' orizzonte marino, e colle seguenti formule si calcoleranno rispettivamente l' ora media luogo H'_{ml} e l' angolo orario solare locale P', corrispondenti all'istante medio cronometrico $H'_{cr.}$:

$$H'_{ml} = H'_{cr.} + C;$$

$$P' = H'_{ml} - E'.$$

E ponendo tg $\varphi =$ cotg l cos P', la formola:

$$\text{sen } h'_v = \frac{\text{sen } l \text{ sen } (\delta' + \varphi)}{\cos \varphi},$$

ci fa determinare l' altezza vera centro Sole relativa all' istante medio cronometrico $H'_{cr.}$.

Si fa la media delle altezze lembo Sole osservate all'orizzonte marino, si applica la correzione d' indice e si ottiene così l' altezza depressa apparente refratta lembo, dalla quale si passa all'altezza centro Sole, affetta dalla depressione (effettiva) dell'orizzonte marino, per mezzo della relazione:

$$h'_d = h'_{dar} \, L_i - r' + p' + s'.$$

Finalmente la differenza:

$d = h'_d - h'_v$, fra il medio aritmetico h'_d delle altezze depresse (osservate) ed il corrispondente valore h'_v dell'altezza vera (calcolata), rappresenterà la depressione effettiva (refratta) dell' orizzonte marino.

Metodo rigoroso.

Nel metodo rigoroso il procedimento è lo stesso del precedente, però invece di ridurre e conteggiare i medii aritmetici delle altezze e delle ore cronometriche osservate, si fanno le riduzioni ed i calcoli isolatamente per ciascun' altezza: così si può

scartare qualche osservazione erronea e si ha un' idea della bontà delle osservazioni.

Però, invece delle precedenti formole logaritmiche, nel secondo metodo conviene impiegare le formole trigonometriche naturali, e cioè la formula :

$$\cos P = \frac{\text{sen}\, h_v}{\cos l \cos \delta} - \text{tg}\, l\, \text{tg}\, \delta = \text{I} - \text{II},$$

per il calcolo degli angoli orarii, e la formola :

$$\text{sen}\, h_v = \text{sen}\, l\, \text{sen}\, \delta + \cos l \cos \delta \cos P = \text{I} + \text{II},$$

per il calcolo delle altezze vere.

E ciò perchè in ciascuna di queste formole, supponendo costante uno dei due termini del secondo membro, si risparmia lavoro nei conteggi relativi a ciascuna serie di osservazioni.

Passiamo ora a dedurre la formula atta a dare l' altitudine in funzione della depressione dell' orizzonte marino.

Facendo astrazione della refrazione atmosferica, la depressione osservata d diventa teorica, ed il triangolo rettangolo avente i vertici : nell' occhio dell' osservatore, nel punto mirato dell'orizzonte marino, e nel centro della corrispondente sezione normale del geoide, dà :

$$\frac{2\,b}{R} + \frac{b^2}{R^2} = \text{tg}^2\, d,$$

dove b è l' elevazione dell' occhio dell' osservatore sul livello *attuale* del mare, ed R è il raggio di curvatura *attuale* della sezione normale dello sferoide marino.

Per le usuali altitudini, $\frac{b^2}{R^2}$ è trascurabile, e tg d può esprimersi per mezzo di sen 1'' : risulta :

$$b = \frac{R\, d''^2\, \text{sen}^2\, 1''}{2}.$$

Ora la depressione teorica essendo uguale all' angolo al centro del predetto triangolo, tra la depressione refratta e la depressione teorica passa la relazione:

$$d_r = d - \frac{n\,d}{2},$$

dove n è il coefficiente di refrazione geodetica.

Introducendo la depressione refratta, la formula che dà l' elevazione b, diventa:

$$b = \frac{R\,d_r''^2 \operatorname{sen}^2 1''}{2\left(1 - n + \frac{n^2}{4}\right)}. \text{ (*)}$$

Adottando il valore $n = 0.13$ (Albrecht) normale e generale dell' indice di refrazione geodetica, si ha:

$$b = \frac{R\,d_r''^2 \operatorname{sen}^2 1''}{2 \times 0,8742}. \text{ (**)}$$

E finalmente:

$$b = \alpha\,R\,d_r''^2,$$

dove α è un coefficiente numerico, il cui logaritmo ha il valore:

$$\log \alpha = 9,\,128509 - 20.$$

(*) Il *Pucci*, a pag. 246 del 1. vol. dei suoi *Fondamenti di Geodesia* (Milano, 1883), propone la formola:

$$b = \frac{R\,d_r''^2 \operatorname{sen}^2 1''}{2\,(1 - n)}.$$

(**) Il *Chauvenet*, a pag. 177 del 1. vol. della sua *Spherical and practical* Astronomy (London-Philadelphia, 1868), dà la formola:

$$d_r'' = \frac{0,9216}{\operatorname{sen} 1''}\sqrt{\frac{2}{R}} \times \sqrt{b},$$

da cui si deduce:

$$b = \frac{R\,d_r''^2 \operatorname{sen}^2 1''}{2 \times 0,8493}.$$

ESEMPIO NUMERICO.

La mattina del 16 gennaio 1899, dal balcone del gabinetto di Astronomia del R. Istituto nautico di Catania (ai Benedettini), osservai con un buon sestante *Salmoiraghi*, cinque doppie altezze del lembo inferiore Sole, all' orizzonte artificiale a mercurio, e cinque altezze lembo inferiore Sole, all'orizzonte marino. Gli appulsi al cronometro marino li prendevo io stesso ad orecchio, ed a tal uopo tenevo il cronometro su una sedia vicinissimo a me.

Nei seguenti quadri sono riportati dettagliatamente i dati delle osservazioni ed i risultati dei conteggi.

Coordinate geografiche del luogo di osservazione.

latitudine = 37° 30′ 15″ N.
longitudine = $1^h\ 00^m\ 21^s$ E. Greenwich.

Dati delle osservazioni.

ORE del cronometro	Letture delle doppie altezze lembo inferiore Sole, osservate all'orizzonte artificiale	ORE del cronometro	Letture delle altezze lembo inferiore Sole, osservate all'orizzonte marino
$9^h.\ 03^m.\ 30,^s0$	33.° 14′. 50″	$9^h.\ 51^m.\ 32,^s5$	23.° 01′. 00″
9 . 05 . 3, 5	33. 41 . 10	9 . 53 . 20, 0	23, 13 . 00
9 . 08 . 5, 5	34. 31 . 15	9 . 54 . 54, 5	23. 23 . 45
9 . 40 . 31, 0(*)	42. 58 . 00	9 . 56 . 45, 0	23. 36 . 30
9 . 45 . 18, 5	44. 07 . 30	9 . 58 . 36, 0	23. 48 . 20

termometro all' ombra . . . . + 11°, 2 *(C)* ;
barometro ridotto a 0° . . . . 762^{mm}, 0 ;
correzione media d' indice del sestante . . . . . . — 1′. 06″ ;
correzione approssimata del cronometro sul tempo medio
di Greenwich . . . . — $1^h.\ 01^m$.

(*) Il forte intervallo di tempo fra la 3ª e la 4ª osservazione all' orizzonte artificiale, fu causato da agitazione del mercurio prodotta da leggero vento.

Determinazione della correzione del cronometro.

Ridotte e corrette le altezze osservate all'orizzonte artificiale, adottata la declinazione -20° 57′ 12″, 7 per le prime tre altezze e la declinazione -20° 56′ 56″, 7 per le altre due altezze; adottati i valori dell' equazione del tempo: $+ 9^{m}$ 57^{s}, 08; $+ 9^{m}$ 57^{s}, 56, rispettivamente per i predetti due gruppi di altezze, ed adoperate isolatamente per ciascun' altezza le formole:

$$\cos P = \frac{\operatorname{sen} h_0}{\cos l \cos \delta} - \operatorname{tg} l \operatorname{tg} \delta ;$$

$$H_{ml} = (24^{h} - P) + E ;$$

$$C = H_{ml} - H_{cr.} ,$$

ho ricavato i cinque seguenti valori della correzione del cronometro, corrispondenti alle cinque altezze osservate all' orizzonte artificiale:

Altezze corrette h_0	Correzione del cronometro sul t. m. locale. C
16.° 50′. 03″	— 40,^{s}32
17. 03 . 16	— 39, 95
17. 28 . 23	— 41, 95
21. 42 . 24	— 40, 77
22. 17 . 13	— 38, 27

E facendo la media aritmetica, risulta la correzione:

$$C = - 40^{s}, 25 \pm 0^{s}, 60.$$

Determinazione della depressione dell' orizzonte marino.

Ridotte e corrette le altezze osservate all' orizzonte marino, ho ottenuto cinque altezze centro Sole affette dalla depressione (refratta) dell' orizzonte marino.

Adoperando isolatamente per ciascuna ora cronometrica delle cinque osservazioni all' orizzonte marino, le formole:

$$H'_{ml} = H'_{cr.} + C;$$

$$P' = 24^h - (H'_{ml} - E');$$

$$\text{sen}\, h'_v = \text{sen}\, l\, \text{sen}\, \delta' + \cos l \cos \delta' \cos P',$$

ed adottando i valori numerici:

$$C = \quad - 40{,}^s25$$

$$E' = + 9^m. 57{,}^s77$$

$$\delta' = - 20^\circ. 56'. 49''. 7,$$

ho ricavato le cinque altezze vere centro Sole, contemporanee alle precedenti cinque altezze depresse.

Infine, le differenze tra le altezze depresse e le altezze vere, mi hanno dato i cinque seguenti valori della depressione refratta:

Altezze depresse (osservate) h'_d	Altezze vere (calcolate) h'_v	Depressione refratta $d_r = h'_d - h'_v$
23.° 14'. 02"	23.° 01'. 40"	13'. 22"
23. 26 . 03	23. 12 . 57	13 . 06
23. 36 . 49	23. 23 . 38	13 . 11
23. 49 . 35	23. 36 . 03	13 . 32
24. 01 . 27	23. 48 . 20	13 . 07

Facendo la media aritmetica, risulta la depressione:

$$d_r = 13'. 15'', 6 \pm 5'', 0.$$

Determinazione dell' elevazione.

Introducendo il valore $d_r'' = 795'', 6$ nella formola

$$b = \alpha\, R\, d_r''^2 ,$$

adottando per Catania il valore $\log R = 6,804264$, (*) e ricordando che $\log \alpha = 9,\ 128509 - 20$, si ottiene l' elevazione :

$$b = 54^m ,\ 22\ (^{**}).$$

Passiamo ora a determinare l' approssimazione teorica del trovato valore di b, nella ipotesi che $n = 0{,}13$ sia il giusto valore *attuale* locale del coefficiente di refrazione geodetica.

La depressione $13' . 15'', 6$, oltre che dall' errore $\pm 5''$, trovato precedentemente per mezzo degli scostamenti dei singoli valori di d_r dal valore medio, è anche affetta dall' errore che l' errore $\pm 0^s, 60$, precedentemente determinato per la correzione media C del cronometro, produce nelle altezze solari calcolate h'_v.

Differenziando l' equazione fondamentale :

$\text{sen}\ h = \text{sen}\ l\ \text{sen}\ \delta + \cos l \cos \delta \cos P$, si ha :

$$\Delta h = -\frac{\cos l \cos \delta\ \text{sen}\ P}{\cos h}\, \Delta P.$$

Introducendo in questa formola i valori seguenti, medii della serie di osservazioni fatte all' orizzonte marino :

$$\Delta P = 15 \times \pm 0,^s60 = \pm 9''$$

$$P = 2^h .\ 15^m .\ 43,^s52$$

$$\delta = -20^\circ .\ 56' .\ 49'', 7$$

$$h = 23^\circ .\ 23' .\ 38'' ,$$

(*) Le osservazioni essendo state fatte col Sole quasi in direzione *SE*, ho adoperato il raggio terrestre locale di media curvatura.

(**) Adoperando la già citata formola del *Chauvenet*, si ottiene $b = 55^m , 80$.

Se poi si adopera la XV delle *Tables astronomiques et nautiques* di *V. Caillet* (Édition stéréotype—Paris, 1878), in corrispondenza della depressione media $13' . 16''$ si trova l' elevazione $b = 56^m$ dell' occhio dell' osservatore.

si ottiene il valore:

$$\Delta h = \mp 4'', 1.$$

Conchiudiamo che la determinata depressione refratta $d_r'' =$ 13'. 15,'' 6, è affetta dall'errore teorico:

$$\Delta d_r'' = \pm \sqrt{(5'',0)^2 + (4'',1)^2} = \pm 6'', 5.$$

Differenziando la formola altimetrica:

$$b = \alpha R d_r''^2 ,$$

si trova:

$$\Delta b = 2 \alpha R d_r'' \Delta d_r'' .$$

E calcolando il valore numerico relativo al nostro esempio, troviamo:

$$\Delta b = \pm 0^m, 89 ,$$

come errore teorico della calcolata elevazione $b = 54^m$, 22.

Da osservazioni barometriche contemporanee fatte alle 9^h di mattina nei giorni 6, 8 e 10 febbraio 1899, nell' Istituto nautico (1) e nell' Osservatorio astrofisico (entrambi gl' istituti sono ai Benedettini), è risultato che il pozzetto di mercurio del barometro dell' Istituto nautico è al disotto del pozzetto di quello dell' Osservatorio astrofisico, di un dislivello corrispondente ad $1,^{mm}29$ di differenza di colonna di mercurio.

Da studii barometrici fatti in Catania dall'insigne astronomo prof. A. Riccò in collaborazione collo scrivente, è risultato che in Catania è $0,^{mm}87$ l' abbassamento invernale della colonna barometrica per ogni 10 metri di aumento nell' altitudine.

Ora l' altitudine del pozzetto del barometro dell' Osservato-

---

(1) Le letture barometriche all' Istituto nautico furono fatte dal chiarissimo prof. Giovanni Platania.

rio astrofisico è 65^m sul livello medio del mare, ed il pozzetto del barometro dell'Istituto nautico è quasi allo stesso livello del mio occhio: risulta che durante le precedenti osservazioni di depressione, l'elevazione vera del mio occhio sul livello medio del mare era:

$$b = 65^m - \frac{1^{mm},29 \times 10^m}{0^{mm},87} = 50^m,2.$$

Il paragone fra questo ultimo vero valore dell'elevazione, ed il valore precedente $54,^m22 \pm 0,^m89$, ci dà una differenza di 4^m, la quale supera di molto l'errore teorico calcolato, e non può spiegarsi colle variazioni di marea, che nel mare di Catania sono piccolissime.

La causa della forte discordanza deve ricercarsi nel valore 0,13 adottato per il coefficiente di refrazione. Ed invero, se nella formola:

$$b = \frac{R\, d_r''^2 \operatorname{sen}^2 1''}{2\left(1 - n + \frac{n^2}{4}\right)},$$

introduciamo i valori:

$$b = 50^m,2$$

$$\log R = 6,804\,264$$

$$d_r'' = 795'',6,$$

troviamo l'equazione:

$$n^2 - 4n + 0,2232 = 0,$$

da cui otteniamo:

$$n = 0,0565.$$

Benchè non si possa dare alcun peso a questo risultato, trattandosi di osservazioni di un solo giorno, tuttavia esso è sufficiente per riconfermare i valori piccoli che il coefficiente di refrazione atmosferica ha normalmente nell'Italia meridionale. (*)

(*) Nella triangolazione francese fatta in Algeria nell'ottobre e novembre 1887, per la misura della meridiana di Laghouat, si trovò $n=0,060$. Cfr. M. Bassot—*La Géodésie moderne en France in Annuaire pour l'an 1899 publié par le Bureau des longitudes.* pag. B. 23.

Da accurati studii fatti a Palermo dall'insigne geodeta prof. A. Venturi in collaborazione col suo assistente ing. E. Soler, in estate ed autunno del 1891 e 92, risultò che il coefficiente di refrazione atmosferica marino è più piccolo e più variabile di quello terrestre, il quale ultimo è il più piccolo fra quelli adottati in Europa continentale. (*)

Le medie estivo-autunnali del coefficiente di refrazione marino, secondo le osservazioni Venturi-Soler, sono:

$$\text{pel } 1891: \; n = 0,1010$$

$$\text{»} \; 1892: \; n = 0,0751.$$

E la media definitiva è:

$$n = 0,0941 \pm 0,0061.$$

Introducendo il valore n=0,09 nella formola:

$$b = \frac{R \, d_r''^2 \, \text{sen}^2 \, 1''}{2\left(1 - n + \frac{n^2}{4}\right)},$$

conchiudiamo la formola altimetrica:

$$b = \alpha \, R \, d_r''^2 \; ; \quad \log \alpha = 9,110125 - 20 \, ,$$

come regionale per l'Italia meridionale e valevole per le osservazioni estivo-autunnali.

Applicando alle nostre osservazioni invernali questa formola estivo-autunnale, troviamo l'altitudine *attuale:*

$$b = 51^m, 97 \pm 0^m, 89 \, ,$$

valore abbastanza concordante colla vera altitudine 50^m, 2 sul livello medio del mare.

(*) *A. Venturi ed E. Soler.*—Prime ricerche sul coefficiente di refrazione in Sicilia — in *Rassegna navale*—Anno II—N. 1-2—Palermo, 1894.

Sulla temperatura di ebollizione dei composti chimici

appartenenti alle serie omologhe $CH_3 - (CH_2)_n - R$

Nota del Prof. ENRICO BOGGIO-LERA

Nel 1842 Kopp enunciò la legge che per i composti delle serie omologhe della formola generale $CH_3 - (CH_2)_n - R$, la temperatura di ebollizione aumenta da termine a termine della costante 19°. Questa legge che si verifica abbastanza bene per alcune serie omologhe, fu più tardi riconosciuta non valevole per parecchie altre serie, quando si accrebbero i dati sperimentali in numero ed in esattezza.

Varie formule furono quindi successivamente proposte per rappresentare le temperature di ebollizione dei composti delle serie omologhe; così Goldstein propose per gli idrocarburi normali della formola generale C_nH_{2n+2} la formula:

$$t = 380 \frac{n-1}{n} + (n-1)\,19 - 340{,}9$$

nella quale si hanno tre costanti arbitrarie ed n rappresenta il numero degli atomi di carbonio contenuti nella molecola. Questa formola però non è atta a rappresentare che le temperature di ebollizione degli idrocarburi compresi fra il butano e il dodecano, e pel metano darebbe la temperatura impossibile di 340°,9 sotto zero.

Mills propose la formola

$$t = \beta \frac{n-c}{1+\gamma\,(n-c)}$$

contenente anch' essa tre costanti arbitrarie β, γ, e c, e nella quale n rappresenta il numero degli atomi di carbonio contenuti nella molecola degli idrocarburi e dei loro derivati; ma oltre al fatto che le costanti β, γ, e c mutano non solo da una serie omologa all' altra, ma in una stessa serie hanno valori diversi a seconda che n è pari o dispari, la formula non rappresenta abbastanza fedelmente le temperature di ebollizione dei composti.

Hinrichs propose una formola con quattro costanti arbitrarie della forma:

$$t = k_1 (\log n - q_1) + k_2 (\log n - q_2)^2$$

dove k_1, k_2, q_1, q_2 sono costanti, i cui valori cambiano da una serie omologa all' altra. Questa formola vale meglio di quella del Mills, ma ha il difetto di contener quattro costanti arbitrarie.

Recentemente il Walker ha mostrato che si può rappresentare bene le temperature di ebollizione dei composti delle serie omologhe con una formola contenente due sole costanti arbitrarie. La sua formola è la seguente

$$T = a\, M^b ,$$

in cui T è la temperatura di ebollizione nella scala assoluta, M il peso molecolare ed a e b due costanti arbitrarie i cui valori cambiano naturalmente da una serie omologa all' altra. L' esponente b ha valori frazionarii che variano per le serie da lui prese in considerazione dal valore di 0,322 a quello di 0,561 aggirandosi perciò intorno al valore di $\frac{1}{2}$ ed anzi nel caso degli idrocarburi, l' esponente prende esattamente questo valore.

Con questa formola egli rappresenta assai bene le temperature di ebollizione degli idrocarburi dall' eptano all' esadecano, non però quelli dal metano all' eptano, pei quali, risultano delle differenze rispettivamente di 34°, 14°, 10°, 6°, 4°, e 2° fra i dati sperimentali e quelli ottenuti con la formola da lui data. Ma fra l' eptano e l' esadecano l' accordo fra i dati sperimentali e i risul-

tati ottenuti con la formola è ottimo, non essendovi che delle differenze di pochi decimi di grado ora in più ed ora in meno. Per i derivati degli idrocarburi l'accordo fra le formule da lui proposte e i dati sperimentali incomincia a verificarsi dal secondo termine delle varie serie, e non esiste giammai per i primi termini che contengono il gruppo metilico, ciò che non deve far meraviglia osserva il Walker giacchè i termini delle varie serie omologhe contenenti il gruppo CH_3, anche nelle altre proprietà fisiche manifestano notevoli divergenze in confronto dei termini seguenti.

Tuttavia talvolta anche nel secondo termine delle serie omologhe si osservano delle discrepanze non lievi fra i dati sperimentali e quelli delle formole del Walker; così nel caso dell'acetato di etile la temperatura assoluta di ebollizione dovrebbe essere 344° secondo la formola del Walker, mentre dall'esperienza risulta di 350°; nel caso dell'acido acetico la temperatura assoluta di ebollizione dovrebbe essere di 386° secondo la formula

$$T = 103.275\ M^{0,322}$$

mentre risulta di 391 dalle esperienze.

Infine v'è da osservare che per talune serie omologhe la formola $T = a \, . \, M^b$ non è forse adatta a rappresentare le temperature di ebollizione, in quantochè lo stesso Walker afferma nella sua memoria che per le serie dei bromo, e quelle dei jodo-derivati degli idrocarburi si hanno delle grandi divergenze fra i dati sperimentali e quelli che si possono ottenere con formole di quel tipo.

Ad ogni modo la formola del Walker è certo la più adatta a rappresentare le temperature di ebollizione dei composti delle serie omologhe di quante sono state finora proposte, e fa meraviglia che nè il Nernst nè il Landolt nei loro recentissimi trattati di Chimica teorica mentre accennano a tanti particolari fin della minima importanza su quanto è stato trovato sinora intor-

no ai punti di ebollizione dei composti delle serie omologhe non accennino menomamente all' importante lavoro del professore Londinese.

Ora io ho trovato una formola più semplice di quella del Walker, contenente al pari di questa due sole costanti arbitrarie e che mi sembra anche più adatta di quella del Walker a rappresentare le temperature assolute di ebollizione dei derivati normali degli idrocarburi. Questa formola è

$$T = K\sqrt{M + c}$$

dove T è la temperatura assoluta di ebollizione, M un numero uguale al peso molecolare, K e C delle costanti arbitrarie i cui valori cangiano da una serie all' altra. La costante C è positiva per alcune serie omologhe, negativa per altre.

Detta formola comincia sempre a rappresentare le temperature di ebollizione dei composti omologhi a partire dai secondi termini di ciascuna serie; ma ciò non deve secondo me esser interpretato come una anomalia; a me sembra infatti *normale* che se delle analogie vi debbono essere fra i composti che possono essere rappresentati sotto la formola generale $CH_3 - (CH_2)^n - R$, esse incomincino a trovarsi a partire da $n = 1$ e non da $n = 0$. In altre parole a me pare non ci sia da meravigliarsi che tra il contegno fisico chimico del primo termine dei composti di una serie omologa e quello dei seguenti ci siano divergenze che non esistono per questi ultimi; appunto perchè parmi che solamente fra i termini che vengono dopo il primo si possa a rigore dire esista la somiglianza nella struttura chimica.

Le seguenti tabelle mostrano come si lascino rappresentare mediante la mia formula le temperature di ebollizione dei composti omologhi di parecchie serie da me considerate. Ho tolto i dati sulle temperature dall' ultima edizione del Beilstein. Sfortunatamente per parecchi composti non si hanno sempre dati si-

curi, e si notano talvolta differenze non di decimi di grado ma di gradi interi fra i dati sulle temperature di ebollizione secondo i varii esperimentatori; e ciò a cagione della scomposizione che per talune sostanze incomincia a verificarsi alla temperatura di ebollizione.

Monocloroderivati normali degli idrocarburi C_nH_{2n+2}. $CH_3-(CH_2)_n-Cl$

$$T = 38,66 \sqrt{M - 10}$$

$n = 1, 2, \ldots$	*M*	*t*	*T*	*T* (calcolo)	Differenze
Cloruro di etile. . . .	64, 5	12°,5	285, 5	285, 4	+ 0, 1
» propile . .	78, 5	46, 5	219, 5	319, 9	— 0, 4
» butile . . .	92, 5	78	351	251, 1	— 0, 1
» amile . . .	106, 5	106, 6	379, 6	379, 8	— 0, 2
» essile . . .	129, 5	133	406	406, 4	— 0, 4
» eptile . . .	134, 5	159	432	431, 4	+ 0, 6
» ottile . . .	148, 5	183	456	455	+ 1

Monobromoderivati normali. $CH_3 - (CH_2)_n - Br$

$$T = 38,98 \sqrt{M - 45}$$

$n = 1, 2, \ldots$	*M*	*t*	*T*	*T* (calcolo)	Differenze
Bromuro di etile . . .	109	38°,4	311, 4	311, 8	— 0°,4
» propile. .	123	71	344	344, 2	— 0, 2
» butile . .	137	100	373	373, 9	— 0, 9
» amile . .	151	128, 5	401, 5	401, 3	+ 6, 2
» essile . .	165	155, 5	428, 5	427	+ 1, 5
» eptile . .	179	178, 5	451, 5	451, 2	+ 0, 3
» ottile . .	193	201	474	474, 2	— 0, 2

Monojododerivati normali. $CH_3 - (CH_2)_n - R$

$T = 39.1 \sqrt{M - 78}$

$n = 0, 1, 2,...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Ioduro di metile . . .	142	40	313	312, 8	+ 0, 2
» etile	156	72	345	345, 3	— 0, 3
» propile. . .	170	102	375	375	0
» butile . . .	184	129	402	402, 5	— 0, 5
» amile . . .	198	155, 4	428, 4	428, 3	+ 0, 1
» essile . . .	212	179	452	452, 6	— 0, 6
» eptile . . .	226	203	476	475, 6	+ 0, 4
» ottile . . .	240	225, 5	498, 5	497, 6	+ 0, 9

Come si vede l'accordo fra i risultati dell'esperienza ed i valori calcolati secondo la formola per i derivati alogenati normali è ottimo, giacchè le differenze sono generalmente inferiori ad un grado. Potrebbe non essere inutile poi l'osservare che la differenza 78-45 fra le costanti relative ai jodo-ed ai bromo-derivati è circa uguale alla differenza fra 45 e 10 cioè fra la costante relativa ai bromo- e quella relativa ai cloroderivati.

Ammine-derivate normali. $CH_3 - (CH_2)_n - NH_2$

$T = 36,71 \sqrt{M + 18}$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Etilammina. . . . . ,	45	18	291	291	0
Propilammina. . . , .	59	49	323	326	— 3
Butilammina	73	76	349	350	— 1
Amilammina	87	103	376	376	0
Essilammina	101	129	402	401	+ 1
Eptilammina	115	154	427	423	+ 4
Ottilammina	129	173	446	445	+ 1
Nonilammina	143	191	464	466	— 2

Si notano delle discrepanze fra i valori sperimentali e quelli ottenuti mediante la formola; ma anche fra i valori sperimentali trovansi notevoli divergenze, giacchè appunto questi composti

vanno soggetti facilmente alla scomposizione. Neanche la formola del Walker rappresenta bene le temperature di ebollizione di questi composti; o per essere più esatti consimili differenze esistono tra i dati sperimentali e quelli calcolati dal Walker.

Nitroderivati normali. $CH_3 — (CH_2)_n — NO_2$

$$T = 31,04 \sqrt{M} + 81$$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Nitro-etano	75	114°	387	388	— 1
» propano.	89	131	404	405	— 1
» butano	103	151	424	421	+ 3
» pentano.	117	150-160	423-433	437	?
» esano	131	176	449	452	— 3
» eptano	145	195	468	467	+ 1
» ottano	159	205-212	478-485	481	?

Anche questi composti vanno soggetti facilmente a scomposizione, e come si vede dalle colonne t, o T, vi sono spesso forti incertezze nei dati sperimentali. Ma ad ogni modo le differenze fra i valori sperimentali e quelli da me calcolati essendo ora positive ora negative e dello stesso ordine di grandezza attestano la buona attitudine della formola a rappresentare la temperatura di ebollizione dei nitroderivati.

Avviene lo stesso anche per gli alcool, gli acidi grassi ed i chetoni; riporterò qui solamente a titolo di esempio la serie dei chetoni:

Chetoni normali. $CH_3 — (CH_2)_n — CO . CH_3$

$$T = 35,63 \sqrt{M} + 27$$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Chetone bimetilico . .	58	56, 5	329, 5	328, 5	+ 1, 0
» metil-etilico .	72	80, 6	353, 6	354, 5	— 0, 9
» metil-propilico	86	102	375	378, 7	— 3, 7
» metil-butilico .	100	127	400	401, 5	— 1, 5
» metil-amilico .	114	151, 5	424, 5	423	+ 1, 5
» metil-essilico .	128	171, 5	444, 5	443, 6	+ 0, 9
» metil-eptilico .	142	?	?	463, 1	?
» metil-ottilico .	156	211	484	482	+ 2, 0
» metil-nonilico.	170	224	497	500, 1	— 3, 1
» metil-decilico .	184	246, 5	519, 5	517, 5	+ 2, 0
» metil-undecilico	198	263	536	534, 4	+ 1, 6

Dati più sicuri si hanno invece sulle temperature di ebollizione dei sali alchilici, e le seguenti tabelle mostrano il buon accordo fra le temperature di ebollizione osservate e quelle calcolate per le serie omologhe di codesti sali:

Formiati alchilici. $H . CO . O (CH_2)_n - CH_3$

$$T = 36,93 \sqrt{M+4}$$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Formiato di etile. . .	74	54°,4	327, 4	326, 2	+ 1, 2
» propile .	88	81	354	354, 2	— 0, 2
» butile . .	102	106, 9	379, 9	380, 2	— 0, 3
» amile . .	116	130, 4	403, 4	404, 6	— 1, 2
» essile . .	130	153, 6	426, 6	427, 5	— 0, 9
» eptile . .	144	176, 7	449, 7	449, 3	+ 0, 4
» ottile . .	158	198, 1	471, 1	470, 1	+ 1, 0

Acetati alchilici, $CH_3 . CO . O . (CH_2)_n - CH_3$

$$T = 36,28 \sqrt{M+5}$$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Acetato di etile. . . .	88	77, 1	350, 5	349, 9	+ 0, 6
» propile .	102	101	374	375, 3	— 1, 3
» butile . .	116	125, 1	398, 1	399, 1	— 1
» amile . .	130	148, 4	421, 4	421, 5	— 0, 1
» essile . .	144	169, 2	442, 2	442, 8	— 0, 6
» eptile . .	158	191, 5	464, 5	463, 2	+ 1, 3
» ottile . .	172	210	483	482, 7	+ 0, 5

Propionati alchilici. $C_2H_3 . CO . O . (CH_2)_n . CH_3$

$$T = 36,44 \sqrt{M + 2}$$

n = 1, 2, ...	*M*	*t*	*T*	*T* (calcolo)	Differenze
Proprionato di etile .	102	98, 3	371, 3	371, 6	— 0, 3
» propile. .	116	122, 2	395, 2	395, 8	— 0, 6
» butile . .	130	146	419	418, 6	+ 0, 4
» amile . .	144	?	?	440, 3	?
» essile . .	158	?	?	460, 9	?
» eptile . .	172	208	481	480, 7	+ 0, 3
» ottile . .	186	226, 4	499, 4	499, 6	— 0, 2

Butirrati alchilici. $C_3H_7 . CO . O . (CH_2)_n — CH_3$

$$T = 36,61 \sqrt{M - 1}$$

n = 1, 2, ...	*M*	*t*	*T*	*T* (calcolo)	Differenze
Butirrato di etile. . .	116	119, 9	392, 9	392, 6	+ 0, 3
» propile .	130	142. 7	415, 7	415, 8	— 0, 1
» butile. .	144	164. 8	437, 8	437, 8	0
» amile . .	158	184, 8	457, 8	458, 7	— 0, 9
» essile . .	172	205, 1	478, 1	478, 8	— 0, 7
» eptile . .	186	225, 2	498, 2	498	+ 0, 2
» ottile . .	200	244-245	517-518	516, 5	?

Valerianati alchilici. $C_4H_9 . CO . O . (CH_2)_n . CH_3$

$$T = 36,12 \sqrt{M + 4}$$

n = 1, 2, ...	*M*	*t*	*T*	*T* (calcolo)	Differenze
Valerianato di etile. .	130	145	418	418. 1	— 0. 1
» propile.	144	167	440	439, 4	+ 0, 6
» butile .	158	185, 8	458, 8	459, 7	— 0, 9
» amile .	172	203, 7	476, 7	479, 1	— 2, 4
» essile .	186	223. 8	496, 8	497, 8	— 1
» eptile .	200	243, 6	516, 6	515, 9	+ 0, 7
» ottile. .	214	260, 2	533, 2	533, 3	— 0, 1

Essilati alchilici. $C_5H_{11} . CO . O . (CH_2)_n . CH_3$

$T = 35,71 \sqrt{M + 8}$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	F (calcolo)	Differenze
Essilato di etile . . .	144	167, 3	440, 3	440, 3	0
» propile . .	158	185, 5	458, 5	460, 1	— 1, 6
» butile. . .	172	204, 3	477, 3	479, 1	— 1, 8
» amile . . .	186	222-227	495-500	497, 4	+ 0, 1
» essile . . .	200	245, 6	518, 6	515	+ 3, 6
» eptile. . .	214	259, 4	532, 4	532, 1	+ 0, 3
» ottile. . .	228	275, 2	548, 2	548, 6	— 0, 4

Eptilati alchilici. $C_6H_{13} . CO . O . (CH_2)_n . CH_3$

$T = 35,35 \sqrt{M + 12}$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Eptilato di etile . . .	158	187, 5	460, 5	460, 9	— 0, 4
» propile. .	172	206, 4	479, 4	479, 5	— 0, 1
» butile . .	186	225, 1	498, 1	496, 3	+ 1, 8
» amile. . .	200	?	?	514, 7	?
» essile. . .	214	?	?	531, 4	?
» eptile . .	228	270-272	543-545	547, 7	?
» ottile. . .	242	290, 4	563, 4	563, 4	0

Ottilati alchilici. $C_7H_{15} . CO . O . (CH_2)_n . CH_3$

$T = 35,02 \sqrt{M + 16}$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Ottilato di etile . . .	172	207	480	480, 2	— 0, 2
» propile . .	186	224, 7	497, 7	497, 8	— 0, 1
» butile. . .	200	240, 5	513, 5	514, 7	— 1, 2
» amile . . .	214	?	?	531, 1	?
» essile . . .	228	?	?	547, 0	?
» eptile. . .	242	289, 8	562, 8	562, 5	+ 0, 3
» ottile . . .	256	305, 9	578, 9	577, 6	+ 1, 3

Anche per gli eteri alchilici, ed altri eteri omologhi della serie aromatica ho esperimentato che la formola $T = K\sqrt{M + C}$ è adatta a rappresentare le temperature di ebollizione, come si rileva dalle seguenti tabelle :

Eteri alchil-fenilici. $CH_3 - (CH_2)_n - OC_6H_5$

$$T = 36,47 \sqrt{M + 26}$$

n = 1, 2, ...	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Etere fenil-etilico. . .	122	170, 3	443, 3	443, 7	— 0, 4
» fenil-propilico .	136	190, 5	463, 5	464, 2	— 0, 7
» fenil-butilico. .	150	210, 3	483, 3	483, 8	— 0, 5
» fenil-amilico . .	164	?	?	502, 7	?
» fenil-essilico . .	178	?	?	520, 9	?
» fenil-eptilico . .	192	266, 8	539, 8	538. 5	+ 1, 3
» fenil-ottilico . .	206	282, 8	555, 8	555, 0	+ 0, 8

Eteri alchil-ortocresolici. $CH_3 - (CH_2)_n - OC_6H_4 . CH_3$

$$T = 36,21 \sqrt{M + 24}$$

n = 1, 2, ...	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Etere ortocresol-etilico .	136	184, 8	457. 8	458, 0	— 0, 2
» » propilico	150	204, 1	477, 1	477, 7	— 0, 6
» » putilico .	164	223	496	496, 5	— 0, 5
» » amilico .	178	?	?	514, 7	?
» » essilico .	192	?	?	532, 2	?
» » eptilico .	206	277, 5	550, 5	549, 2	+ 1, 3
» » ottilico .	220	292, 9	565, 9	565, 6	+ 0, 3

Eteri alchil-metacresolici. $CH_3 - (CH_2)_n - OC_6H_4 . CH_3$

$$T = 36,20 \sqrt{M + 29}$$

$n = 1, 2, \ldots$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Etere metacresol-etilico	136	192	465	465	0
» » propilico	150	210, 6	483, 6	484, 4	— 0, 8
» » butilico.	164	229, 2	502, 2	503	— 0, 8
» » amilico .	178	?	?	520, 9	?
» » essilico .	192	?	?	538, 2	?
» » eptilico .	206	283, 2	556, 2	555	+ 1, 2
» » ottilico .	220	298, 9	571, 9	571, 3	+ 0, 6

Eteri alchil-paracresolici. $CH_3 - (CH_2)_n - OC_6H_4 . CH_3$

$$T = 36,44 \sqrt{M + 26}$$

$n = 1, 2, \ldots$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Etere paracresol etilico.	136	189, 9	462, 9	463, 8	— 0, 9
» » propilico	150	210, 4	483, 4	484, 5	— 1, 1
» » butilico.	164	229, 5	502, 5	502, 3	+ 0, 2
» » amilico .	178	?	?	520, 4	?
» » essilico .	192	?	?	525, 8	?
» » eptilico .	204	283, 3	556, 3	555	+ 1, 3
» » ottilico .	220	298, 8	571	571, 5	— 0, 5

Eteri etilici. $CH_3 - (CH_2)_n - OC_2H_5$

$$T = 37,32 \sqrt{M - 6}$$

$n = 1, 2, \ldots$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Etere etil-etilico . . .	74	34, 9	307, 9	307, 8	+ 0, 1
» etil-propilico . .	88	63, 6	336, 6	338, 0	— 1, 4
» etil-butilico. . .	102	91, 4	364, 4	365, 7	— 1, 3
» etil-amilico. . .	116	?	?	391, 4	?
» etil-essilico. . .	130	?	?	415, 6	?
» etil-eptilico . .	144	166, 6	439, 6	438, 4	+ 1, 2
» etil-ottilico. . .	158	189, 2	462, 2	460, 1	+ 2, 1

Eteri propilici. $CH_3 - (CH_2)_n - OC_3H_7$

$T = 37,22 \sqrt{M - 6}$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Etere propil-etilico . .	88	63, 6	336, 6	337, 0	— 0°,4
» propil-propilico .	102	90, 7	363, 7	364, 7	— 1, 0
» propil-butilico. .	116	117, 1	390, 1	390, 4	— 0, 3
» propil-amilico . .	130	?	?	414, 5	?
» propil-essilico . .	144	?	?	437, 2	?
» propil-eptilico. .	158	187, 6	460, 6	458, 9	+ 1, 7
» propil-ottilico . .	172	207, 0	480, 0	479, 6	+ 0, 4

Eteri butilici. $CH_3 - (CH_2)_n - OC_4H_9$

$T = 37,18 \sqrt{M - 6}$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Etere butil-etilico . .	102	91, 4	364, 4	364, 2	+ 0, 2
» batil-propilico .	116	117, 1	390, 1	389, 9	+ 0, 2
» butil-butilico. .	130	140, 9	413, 9	413, 9	0
» butil-amilico . .	144	?	?	436, 7	?
» butil-essilico . .	158	?	?	458, 3	?
» butil-eptilico. .	172	205, 7	478, 7	479, 0	— 0, 3
» butil-ottilico . .	186	225, 7	498, 7	498, 7	0

Eteri eptilici. $CH_3 - (CH_2)_n - OC_7H_{15}$

$T = 37,17 \sqrt{M + 4}$

$n = 1, 2, ...$	M	t	T	T (calcolo)	Differenze
Etere eptil-etilico. . .	144	166, 6	439, 6	440, 0	— 0, 4
» eptil-propilico .	158	187, 6	460, 6	460, 4	+ 0, 2
» eptil-butilico. .	172	205, 7	478, 7	480, 2	— 1, 5
» eptil-amilico . .	186	?	?	498, 6	?
» eptil-essilico . .	200	?	?	516, 6	?
» eptil-eptilico . .	214	261, 9	534, 9	534, 1	+ 0, 8
» eptil-ottilico . .	228	278, 8	551, 8	550, 9	+ 0, 9

Da quanto è stato detto, apparisce dunque che la formola generale

$$T = K\sqrt{M + c}$$

è adatta a rappresentare le temperature assolute di ebollizione dei composti delle serie omologhe, e che particolarmente possono accettarsi le seguenti formole empiriche:

$T = 38,66\sqrt{M - 10}$ per i monocloroderivati normali degli idrocarburi,

$T = 38,98\sqrt{M - 45}$ per i monobromoderivati » »

$T = 39,10\sqrt{M - 78}$ per i monojododerivati » »

$T = 36,71\sqrt{M + 18}$ per le ammine derivate » »

$T = 31,04\sqrt{M + 81}$ per i nidroderivati » »

$T = 35,63\sqrt{M + 27}$ per i chetoni

$T = 36,93\sqrt{M + 4}$ per i formiati alchilici

$T = 36,28\sqrt{M + 5}$ per gli acetati »

$T = 36,44\sqrt{M + 2}$ per i propionati »

$T = 36,61\sqrt{M - 1}$ per i butirrati »

$T = 36,12\sqrt{M + 4}$ per i valerianati »

$T = 35,71\sqrt{M + 8}$ per gli essilati »

$T = 35,35\sqrt{M + 12}$ per gli eptilati »

$T = 35,02\sqrt{M + 16}$ per gli ottilati »

$T = 36,47\sqrt{M + 26}$ per gli eteri fenil alchilici

$T = 36,21\sqrt{M + 24}$ per gli eteri alchil ortocresolici

$T = 36,20\sqrt{M + 29}$ per gli eteri alchil metacresolici

$T = 36,44\sqrt{M + 26}$ per gli eteri alchil paracresolici

$T = 37,32\sqrt{M - 6}$ per gli eteri alchil-etilici

$T = 37,22\sqrt{M - 6}$ per gli eteri alchil-propilici

$T = 37,18\sqrt{M - 6}$ per gli eteri alchil butilici

$T = 36,17\sqrt{M + 4}$ per gli eteri alchil eptilici.

Osservando poi che i numeri che compariscono sotto le radici quadrate relative ad una stessa serie omologa formano una

progressione aritmetica, e che qualora si portassero i fattori esterni sotto il segno radicale, i nuovi radicandi $K^2(M+C)$ formerebbero ancora una progressione aritmetica, si possono riassumere i superiori risultati enunciando la seguente regola generale (che potrà sostituirsi alla legge di Kopp):

Le temperature assolute di ebollizione dei composti delle serie omologhe della formola $CH_3 - (CH_2)_n - R$ a cominciare da $n = 1$ sono le radici quadrate di numeri che formano delle progressioni aritmetiche.

Catania, Marzo 1899.

Memoria X.

Ricerche sul parassitismo dell' Amphistomum conicum

Nota del Prof. PIO MINGAZZINI

Intorno all' azione patogena esercitata dagli Amfistomi sui loro ospiti, i dati che ancora possediamo sono scarsi e fra loro contraddittorî; essi sono limitati particolarmente a poche specie che hanno un certo interesse per l' uomo: cioè, all' *Amphistomum conicum* Rud., all' *A. hominis* Lewis, all' *A. Hawkesii* Cobb. ed all' *A. explanatum* Crepl; il primo assai sparso e parassita nello stomaco del bove, della pecora, della capra, delle antilopi e dei cervi; il secondo riscontrato in due casi nel ceco e nel colon dell' uomo; il terzo parassita nell' intestino crasso degli elefanti ed il quarto che si trova nelle vie biliari del bove e dei bufali in Cocincina.

Per l' *Amphistomum conicum* Rud., che è la specie più conosciuta, perchè assai largamente distribuita in Europa ed in Australia, taluni autori sono del parere che sia inoffensivo e fra questi notiamo, tra i più recenti, il Railliet (1). Invece il Zürn (2) sembra più propenso a ritenerlo nocivo, e, sebbene dubitativamente, ammette che esso si nutra del sangue dell' ospite. Anzi, per dare maggior peso a questa sua supposizione, riporta nel suo trattato degli Zooparassiti dei Mammiferi domestici, una notizia tratta da un giornale australiano: il Queerslander, in cui si attribuisce una malattia mortale del bestiame del Queesland, alla presenza dell' *Amphistomum conicum.*

In quanto all' *Amphistomum hominis* Lewis e Mac Connell,

(1) Traité de Zoologie médicale et agricole; Paris, Asselin et Houzeau, 1895.
(2) Die thierischen Parasiten auf und in dem Körper unserer Haussäugethiere etc, Weimar 1882, p. 221.

trovato in due casi nel crasso di uomini morti di colera, le opinioni sono pure molto incerte, poichè gli autori che hanno osservato e studiato i detti casi, non poterono stabilire quali fossero le lesioni che si dovevano addebitare al parassita, e quali quelle che il colera aveva provocato sulla mucosa intestinale. Cosicchè con ragione il Blanchard (1) a proposito di essi si esprime « Tanto nel caso di Simpson, come in quello di O' Brien e Curran, il parassita fu trovato in un coleroso, ma non bisogna vedere in ciò altro che una semplice coincidenza, poichè tali animali non sono stati osservati in nessun altro caso. Forse si può ammettere che in seguito all' irritazione prodotta dal parassita sulla superficie della mucosa intestinale, degli accidenti coleriformi sono venuti ad aggiungersi in un caso e nell' altro a tutt' altra malattia mortale. Lewis e Mac Connell hanno potuto riconoscere sul preparato di Simpson che le glandole solitarie del ceco erano dappertutto prominenti ed ipertrofiche; questo stato, è vero, si osserva comunemente nel colera, ma sembra che sia stato particolarmente sviluppato in questo caso, probabilmente a causa dell' irritazione determinata dalla presenza del parassita ». Perciò nemmeno nei due casi di Simpson e di Lewis e Mac Connell, a causa dell' associazione del parassita con un' altra entità morbosa qual' è il colera, che produce sulla mucosa intestinale delle lesioni gravi, si può sapere qual' è stato il disturbo provocato dal parassita e le lesioni da esso prodotte realmente sulla mucosa intestinale. È ben vero però che il Simpson nel suo rapporto anatomo-patologico, riferito nel lavoro di Lewis e Mac Connell (2), sembra attribuire al parassita una azione di succhiamento del sangue dell' ospite, avendo notato che l' *Amphistomum* è di color rosso, e che la mucosa del colon nei punti in cui esso aderiva, si mostrava macchiata in rosso, come se vi fosse stata una sanguisuga. Ma questa osservazione non va tenuta in gran conto, poichè il Simpson scambiò l' estremità

(1) Traité de Zoologie médicale, Tome 1er, Paris Baillière et fils, 1889, p. 633.

(2) Amphistoma hominis n. sp. A new parasite affecting man; in: Proc. Asiatic Soc. Bengal, 1876.

posteriore del parassita con quella anteriore, e credette che esso fosse fissato alla mucosa intestinale mediante la bocca. Del resto l'apparenza rossastra o carnicina del parassita ha anche colpito il Zürn per l' *Amphistomum conicum*, ed anzi questa è stata la ragione che gli ha fatto supporre, che il parassita si nutrisse del sangue dell' ospite.

Rispetto all'*Amphistomum Hawkesii* Cobb., molto comune nel crasso dell' elefante indiano, le notizie raccolte dal Cobbold (1) tanto su informazioni, quanto da osservazioni da lui praticate nelle autopsie eseguite sugli elefanti morti in Inghilterra, gli fecero concludere che questo parassita poteva cagionare la morte dell' ospite. Ma egli non dà alcuna indicazione sulle lesioni da esso provocate nella mucosa intestinale, limitandosi soltanto ad affermare che, secondo la propria opinione e quella dello Smith, veterinario addetto alla cura degli elefanti, la morte di questi dovesse essere attribuita alla presenza dell'*Amphistomum Hawkesii.*

Infine circa l' *A. explanatum* Crepl. il Railliet (2) pensa che esso succhi il sangue colla sua ventosa anteriore dalle pareti dei vasi biliari in cui risiede, e che quando si trova in grandi quantità possa causare lesioni notevoli al fegato.

Di fronte a tali discordanti opinioni non solo a proposito di specie differenti, ma anche della medesima specie, cioè dell' *Amphistomum conicum*, io mi sono proposto di studiare quali lesioni reali producesse nel rumine del bue domestico quest' ultima specie, che per la sua frequenza si presta facilmente ad essere studiata e per la quale il Zürn stesso afferma: « Der Schaden, welchen dieser Parasit anrichtet, ist noch nicht erforscht ».

Secondo quando affermano tutti gli autori che hanno stu-

---

(1) On the Destruction of Elephants by Parasites , with Remarks on two new species of Entozoa etc, ed anche: Further Remarks on Parasites from the Horse and Elephant etc; in: Veterinarian, 1875; infine: Parasites; a treatise on the Entozoa of Man and animals; London, Churchill, 1879.

(2) Une nouvelle affection parasitaire des Bovidés de Cochinchine: l' Amphistomose hépatique; in: C. R. Soc. Biol. Paris, Seance 26 juin 1897.

diate gli *Amphistomum conicum* del bue, questi parassiti aderiscono fortemente alla mucosa del rumine mediante la loro ventosa posteriore e di preferenza risiedono nei margini del solco esofageo. Stanno così fortemente aderenti mediante il loro ampio e fortissimo organo di fissazione, da non staccarsi neppure dopo morti dalla parete del rumine, e anche la diretta immersione nell' alcool, senza una previa fissazione, li lascia per la massima

Figura 1.

Figura 1. — Microfotografia di una sezione longitudinale di *Amphistomum conicum* fissato alla mucosa del rumine del bue domestico. Porzione posteriore del parassita, *VP*, ventosa; *Pr'*, papilla determinata dall' aspirazione della ventosa; *C* collo del rialzo papilliforme; *Bp*, peduncolo del detto rialzo; *Pr*, Sezioni delle papille macroscopiche del rumine.

parte aderenti alla mucosa stessa. Un tal fatto è dovuto, secondo quanto ha già notato il Blumberg (1), a dei rialzi papilliformi, determinati dall' aspirazione della ventosa sulla mucosa del rumine.

Però i detti rialzi sono soltanto parzialmente una neoformazione, poichè essi debbonsi considerare come un ingrossamento

(1) Ueber den Bau des Amphistoma conicum; in: Diss. Dorpat. 1871, 39 pagg. 1 Taf.

ed un' alterazione di forma dei comuni villi o papille macroscopiche, presenti normalmente sulla superficie interna del rumine, sui quali gli *Amphistomum* vanno a fissarsi e di cui determinano un accrescimento notevole, per opera della forza aspirativa delle ventose. Infatti mentre gli altri rialzi normali hanno in sezione una figura generalmente nastriforme, e si vede quindi che sono rilievi lamellari (fig. 1, *Pr*), quelli che servono di punto d' appoggio ad un *Amphistomum* hanno una figura fungiforme (fig. 1) e la loro estremità terminale dilatata corrisponde esattamente alla cavità della ventosa posteriore del parassita. In detti rialzi va distinto un peduncolo di forma cilindrica irregolare, con rilievi mammellonari di maggiore o minor dimensione (fig. 1, *Bp*) ed una testa, di forma sferica o subsferica, compresa nella cavità

Figura 2.

Figura 2. — Microfotografia di una sezione longitudinale obliqua di *Amphistomum conicum* fissato alla mucosa del rumine del bue domestico. Si vede la testa della papilla (*Pr*) tagliata trasversalmente, occupante la cavità della ventosa; la ventosa posteriore (*VP*) tagliata in direzione obliqua.

della ventosa, (fig. 1, *P'r'*). Fra la testa ed il peduncolo si osserva

generalmente una porzione più ristretta, corrispondente al margine della ventosa, alla quale si può dare il nome di collo, (fig. 1, *C*).

Figura 3.

Figura 3. — Microfotografia di una sezione longitudinale di *Amphistomum conicum* fissato alla mucosa del rumine del bue domestico. Porzione posteriore del corpo del parassita. La papilla formata dall'aspirazione della ventosa deriva direttamente da un rialzo o papilla macroscopica del rumine e la clava si è formata lungo il decorso del detto rialzo e non alla sua estremità, come ha luogo comunemente, poichè essa si ripiega su sè stessa e la sua estremità fuoriesce e termina liberamente. Nella sezione fotografata queste due porzioni sono staccate e sembrano appartenere a due rialzi diversi. *P″r″*, estremità terminale del rialzo. Le altre lettere come nella figura precedente.

La testa della formazione claviforme riempie tutta la cavità della ventosa posteriore, come ho potuto accertarmene facendo sezioni sia longitudinali, sia trasverse ed oblique del parassita (fig. 2), ed in ogni caso si poteva constatare che la forma ed il volume della testa della clava corrispondevano esattamente a quella della cavità della ventosa.

Si vede molto chiaramente che i detti rialzi papilliformi clavati, su cui stanno gli *Amphistomum*, sono semplicemente dei comuni rialzi o papille macroscopiche del rumine, modificati soltanto nella forma, dall' aspirazione della ventosa, sia pei loro caratteri istologici, sia perchè, come succede in taluni casi (fig. 3), vien dato di trovare uuo dei detti rialzi modificati che ha subito l' ingrossamento non all' apice, come succede generalmente, ma

lungo il suo decorso. Allora esso viene dalla ventosa ripiegato su sè stesso, e la parte libera terminale (fig. 3 $P''r''$) ha la stessa conformazione delle comuni papille macroscopiche.

Gli elementi istiologici della mucosa del rumine entrano, come nei villi o papille macroscopiche normali, a far parte della formazione claviforme determinata dalla ventosa. Noi vi riscontriamo infatti il caratteristico epitelio pavimentoso stratificato, che superficialmente mostra uno strato corneo, analogamente a quanto si osserva sulla superficie delle papille macroscopiche normali del rumine. Il connettivo sottoposto o stratum proprium, che forma lo strato assiale della formazione claviforme, è anch' esso simile a quello delle parti normali, cioè costituito di numerose lamelle connettivali, ricche di elementi elastici. Questo connettivo nella testa della formazione claviforme è notevolmente ingrossato e forma la massa principale della detta parte. In esso vi decorrono vasi sanguigni.

Tutti questi elementi sono normali; essi non differiscono per la loro costituzione da quelli delle restanti parti della mucosa del rumine. L' epitelio stesso, che, secondo le mie osservazioni fatte su numerose produzioni claviformi determinate da diversi parassiti nella mucosa dell' intestino, è quello che presenta le maggiori alterazioni dove è sottoposto alla forza aspirativa delle ventose o all' azione perforante degli uncini, in questo caso non mostra il minimo segno di elementi alterati. Il connettivo ed i vasi sanguigni sono ànch' essi del tutto normali.

Quindi, al di fuori di una deformazione leggiera dei comuni villi o papille macroscopiche del rumine, l' azione del parassita sulla mucosa di quest'organo è nulla, poichè i suoi elementi non sono affatto alterati. Qual' è adunque lo scopo di una tale fissazione, ed in qual maniera il parassita si nutre ?

Osservando le sezioni di diversi individui potei accorgermi qua e colà, che spesso nel piccolo spazio esistente fra la superficie interna della ventosa e quella della testa della formazione claviforme (fig. 4), esistevano dei corpi che si coloravano inten-

samente, che possedevano un contorno quasi fusiforme, (fig. 4. *In*) e che nel loro interno mostravano un corpo ovale più forte-

Figura 4.

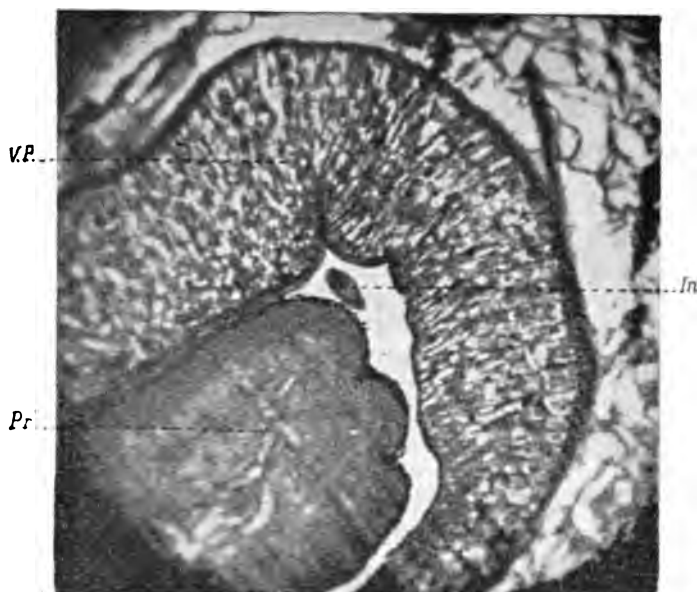



Figura 4. — Microfotografia a maggiore ingrandimento della parte destra posteriore della fig. 2, a livello della ventosa e della testa della formazione claviforme; *In*, Infusorio (Isotricha).

mente colorato, mentre alla periferia pareva che avessero un alone indeciso, il quale però con fortissimi ingrandimenti si mostrò essere un rivestimento ciliato dei detti corpi. Non tardai, con un esame accurato di essi, ad accorgermi che erano degli Infusori ciliati, di quelle specie che si trovano in numero grandissimo nel contenuto del rumine e che sono state descritte ed accuratamente studiate da Stein, Kent, Schuberg ecc. Per la forma, le dimensioni e la struttura, mi sembrano appartenere alla specie *Isotricha prostoma* Stein, che è comunissima nel rumine del bove. Questi infusorî stanno isolati o riuniti in numero di tre o quattro nei piccoli spazî interposti fra la ventosa e la formazione claviforme del rumine.

Esaminando più attentamente i diversi individui di *Amphi-*

stomum da me sezionati, potei scoprire che i detti infusorî non erano limitati alla cavità della ventosa posteriore, ma essi si rinvenivano altresì nella faringe del parassita (fig. 5, *In*) ove, seb-

Figura 5.

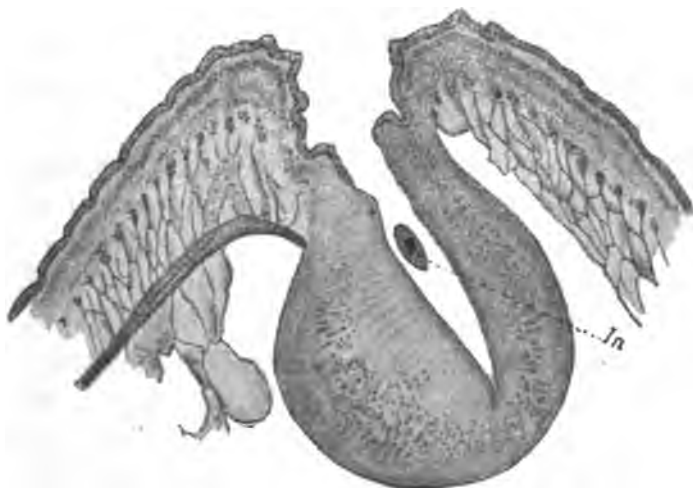



Figura 5. — Porzione anteriore dell' Amphistomum conicum a livello della bocca e della faringe. *In*, Infusorio. Da un disegno.

bene conservassero la loro forma caratteristica, le loro dimensioni, e la costituzione normale del loro corpo, tuttavia avevano perduto il rivestimento ciliato, segno evidente che avevano cominciato a subire una parziale decomposizione. Ricercando in seguito nel resto del tubo digerente degli *Amphistomum*, potei vedere che nelle porzioni più anteriori di esso si rinvenivano degli individui di *Isotricha* maggiormente alterati; cioè il loro corpo era deformato, il protoplasma anch'esso in parte decomposto, ed il nucleo si vedeva già alterato sia nella forma, sia nella costituzione. Ben pochi di tali infusori erano ancora riconoscibili, tutti gli altri invece si trovavano spezzati, col nucleo fuoriuscito e il protoplasma ridotto a piccoli pezzi di sostanza grumosa. I nuclei resistono più del resto del corpo all' azione dei succhi digestivi, ed essi erano ancora ben riconoscibili in tratti posteriori del canale digerente, mentre il protoplasma dei diversi infusori in via di dige-

stione formava un detrito più o meno compatto, che occupava il lume del ceco intestinale. I detti nuclei non peranco decomposti mantenevano ancora la loro proprietà cromatofila e spiccavano sul fondo poco colorato del contenuto protoplasmatico del lume intestinale.

Oltre di questi infusorî a me è sembrato anche di riconoscere sia dentro, sia fuori del lume intestinale dell' *Amphistomum*, anche dei piccoli flagellati dal corpo tondeggiante intensamente colorabile.

Al difuori di questi esseri l' intestino dell' *Amphistomum* non contiene altro elemento; nessuna traccia in esso di sostanze appartenenti all' ospite e meno di ogni altra nessuna traccia di sangue. Il colore del parassita allo stato vivente è evidentemente dovuto al colore dei vitellogeni, i quali, come avviene per altre specie di Trematodi, hanno un colore particolare che apparisce all' esterno per la trasparenza del loro tegumento. Ho ricercato anche tracce di sostanze vegetali che si trovano in masse enormi nel rumine, ma in nessun tratto dell' intestino dell' *Amphistomum* vi si potevano riscontrare. Per conseguenza l' unico alimento di questi Trematodi è costituito dai numerosi protozoi che i Ruminanti albergano nel loro rumine.

L' *Amphistomum conicum* si deve perciò ritenere non come parassita, ma come un commensale dei Ruminanti: esso infatti non produce alterazioni notevoli nell'organo in cui risiede: non si nutre della sostanza propria dell' ospite, ma vive a spese degli infusorî numerosissimi che che trovansi entro il rumine, e che anche essi vengono dagli autori (Schuberg, Certes, Delfond Gruby ecc.) considerati quali commensali. La sua speciale nutrizione spiega il suo modo particolare di fissazione ed il luogo da esso occupato nel sistema digerente dei Ruminanti.

Le microfotografie e il disegno che accompagnano il presente lavoro, sono stati eseguiti dal primo assistente di questo Istituto Zoologico, prof. Francesco Albergo Patti.

Memoria XI.

Forza elettro-motrice fra i metalli nei sali fusi

Memoria del D.r VINCENZO BUSCEMI.

I primi a occuparsi della f. e. m. fra il platino e altri metalli nei sali fusi furono l'Andrews nel 1837 (1) e l'Hankel nel 1858 (2): qualche osservazione su tale soggetto venne fatta anche dal Gore nel 1864 (3).

In seguito Gladstone e Tribe (4) trovarono che una striscia di argento immersa nell' AgI fuso o nell' AgCl dava origine a un deposito di cristalli d'argento. E di questo stesso fenomeno si occupò quasi contemporaneamente il Bouty (5).

Nel 1890 H. Becquerel, in una nota storica sulle pile a elettroliti fusi (6), accenna che il suo avolo A. C. Becquerel aveva già constatato il fatto.

J. Brown (7) ha studiato la f. e. m. di un gran numero di pile ad elettroliti fusi; esse sono formate: una prima serie per la combinazione di rame, zinco, piombo, cadmio; una seconda serie sono state fatte con mescolanze di potassio e di cloruri dei metalli seguenti: magnesio, alluminio, zinco, cadmio, piombo,

(1) Philosophical Magazine, [3] X p. 433, 1837.
(2) Poggendorff's Annalen, Bd. 103 p. 612, 1858.
(3) Phil. Mag. [4] XXVII, 1864.
(4) Phil. Mag. [5] 11 p. 508, 1881.
(5) Journal de Physique, t. X p. 410, 1881.
(6) Comptes rendus, t. CX p. 444, 1890.
(7) Proceedings of the Royal Society, Vol. 411 p. 75, 1892.

ferro, stagno, rame, argento. Però il Brown di questi elementi ha studiato la f. e. m. ad una temperatura media, senza precisare quale valore prenda la f. e. m. alle diverse temperature.

Thomas Andrews pubblicò una sua memoria (1), nella quale si occupa della f. e. m. e delle reazioni che avvengono fra i sali fusi: carbonato di potassio, nitrato di potassio, cloruro di potassio, bisolfato di potassio e cloruro di sodio, agenti in varî modi sopra il platino, il rame, il ferro e lo zinco. Però in questo suo metodo di operare vi è un inconveniente grave, cioè che nelle pile a due cloruri, questi vengono in contatto immediato, ed avviene necessariamente una mescolanza fra i due sali, mescolanza che dev' essere assolutamente vietata. Un altro inconveniente comune in tutti i metodi usati dai precedenti fisici è la non omogeneità della temperatura in tutta la massa in fusione.

Gli studi più accurati sullo stesso soggetto sono stati fatti dal Poincaré (2). Questi ha studiato diligentemente a temperature determinate (fino a 350° circa) pochissimi elementi. Egli in primo luogo ha constatato che la polarizzazione massima degli elettrodi d' argento, d' oro o di ferro negli azotati, o nei clorati alcalini tende verso zero, quando la temperatura tende verso la temperatura di decomposizione dell' elettrolito: in secondo luogo ha stabilito l'esistenza di una forza termo-elettrica fra gli elettrodi del medesimo metallo al contatto del cloruro fuso di questo metallo, ed ha fatto vedere che, nei casi studiati, questa forza è uguale a quella che si ottiene con una dissoluzione satura del medesimo sale, o con il sale allo stato solido, ma ad alta temperatura. L' apparecchio termo-elettrico era formato con piccoli tubi di terra porosa, pieni dell' elettrolito fuso ed immersi in un bagno dello stesso sale. Il sistema così formato veniva riscaldato da una capsula contenente da un canto un liquido, dall' altro

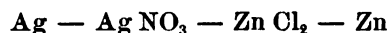
(1) *Thermo-electric reations and currents*, 1896.
(2) Journ. de Physique, [2] IX p. 545, 1890.

sabbia: in tal modo potevano provocarsi fra i due tubi delle differenze di temperatura poco superiori ai 50°.

Finalmente il Poincaré stesso ha studiato due pile piro-elettriche, delle quali una formata da

$$Zn — Zn\,Cl_2 — Sn\,Cl_2 — Sn$$

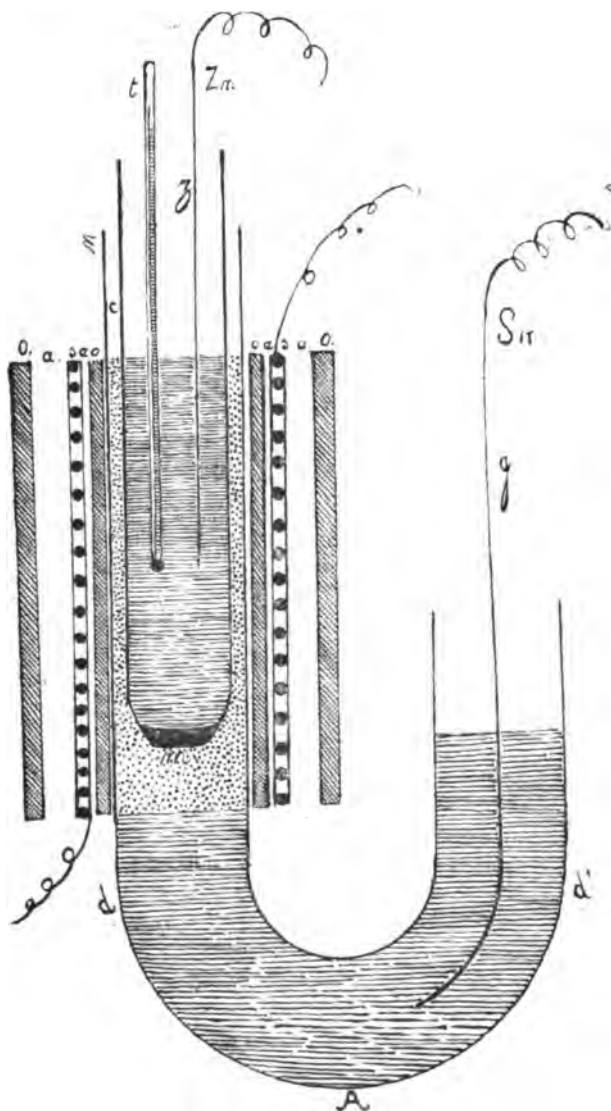
di cui ha misurato la f. e. m., constatando che la pila così formata, aveva allo stato solido una f. e. m. superiore alla pila allo stato di fusione; l' altra formata da

$$Ag — Ag\,NO_3 — Zn\,Cl_2 — Zn$$

per la quale l' A. ha trovato che a 300° la f. e. m. era $0^v,35$, mentre che a 400° si riduceva a $0^v,39$.

***

Credendo non privo d' interesse (1) uno studio particolareggiato di alcuni elementi con sali fusi, ho fatto costruire due *tubi riscaldanti* mediante la corrente elettrica. Ciascuno di essi è costituito da un tubo interno o di ottone, ricoperto da un sottile strato di amianto a, sul quale è avvolta una spiralina s di ferro; indi nuovamente uno strato molto più spesso di amianto a_1, che alla sua volta viene ricoperto da un secondo tubo o_1 di ottone, con la superficie esterna speculare a fine di render minima la dispersione del calore.

(1) Non è impossibile che queste pile possano divenire sorgente di applicazioni importanti, permettendo di utilizzare il calore perduto in certe industrie. Così p. es. qui in Sicilia abbiamo sterminate miniere di zolfo, e per separarlo dalle sostanze terrose che contiene allo stato grezzo, si opera una distillazione, per la quale si sciupa una grandissima quantità di calore, tutto a spese dello stesso zolfo. Ora si potrebbe adoperare quel calore per mantenere quelle pile ad elettroliti fusi ed avere così una sorgente di elettricità.

I corpi da fondere venivano introdotti in un tubo ad *U* di cristallo di Boemia, ed a seconda delle esperienze, mediante uno

o entrambi i detti tubi riscaldanti, in unione ad una spiralina ausiliare che riscaldava la curvatura *A* del tubo di cristallo, potevo riscaldare uno dei rami di quest'ultimo o entrambi, a una medesima temperatura o a differenti temperature, secondochè mandavo correnti della medesima intensità o d' intensità diver-

se attraverso le spiraline. Mi servivo a tal uopo della corrente di 25 accumulatori, introducendo nel circuito due quadri di resistenza per poterne regolare a piacere l'intensità, la quale mi veniva indicata da due amperometri.

Era necessario però eseguire dei calcoli preliminari per adattare una spiralina di ferro che potesse fornire approssimativamente (mercè la corrente) un riscaldamento tale da fondere ed elevare alla temperatura di circa 350° i corpi da esperimentare. È necessario quindi calcolare la quantità di calore che bisogna sviluppare, in relazione con la quantità di calore che viene dispersa verso l' ambiente.

***

Allorchè un corpo portato ad una determinata temperatura θ, trovasi separato per un ostacolo qualunque dall' ambiente a temperatura θ_0, la quantità di calore che si disperde è data dalla relazione (1):

$$[1] \qquad Q = C S (\theta - \theta_0) ,$$

in cui C è il coefficiente di trasmissione, S la superficie che trasmette il calore, θ e θ_0 le due temperature di cui si è tenuto parola.

Il coefficiente di trasmissione è dato da $C = \frac{1}{R}$ in cui pel caso di una parete cilindrica a più strati

$$R = \frac{1}{e_0} + \frac{1}{e_1} \frac{r_0}{r_1} + \sum \frac{r'_0}{c} \log_{\text{ip.}} \frac{r'_1}{r'_0}$$

la quale nel caso nostro ci dà

$$R = 0,\ 0445627 .$$

(1) G. Grassi, *Fisica tecnica.*

Inoltre

$$C = \frac{1}{R} = 22,44$$

$$S = 0,015$$

$$\theta = 350^\circ$$

$$\theta_0 = 16^\circ$$

dunque la [1] darà

$$Q = 0,015 \times 22,44\ (350^\circ - 16^\circ) = 110,22 \text{ grandi calorie all'ora,}$$

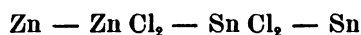
e quindi per ogni secondo

$$q = 30,62 \text{ piccole calorie.}$$

Questa è la quantità di calore che si deve comunicare alla spiralina, percorsa dalla corrente, per mantenere la temperatura a 350°. Per raggiungere la fase di regime occorrerà, pur comunicando la stessa quantità di calore, impiegare un tempo relativamente breve visto la piccola massa del corpo da fondere, ed il suo calorico specifico. Con altri calcoli semplici si perviene facilmente a trovare la lunghezza della spiralina.

Per misurare la f. e. m. mi son servito di un sensibilissimo galvanometro a riflessione, facendo le letture col metodo di Poggendorff.

Ho misurato la f. e. m. della pila

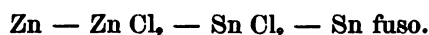
$$Zn - Zn\,Cl_2 - Sn\,Cl_2 - Sn$$

Se gli elettrodi fossero fusibili ad una temperatura superiore ai loro rispettivi cloruri, basterebbe un sol tubo ad *U,* separando i due cloruri nei due rami di esso mercè un turacciolo d' amianto, e riscaldando tutto il tubo con una spiralina. Così sarebbe facile la misura della f. e. m.; anzi, usando due spiraline,

si potrebbe misurare la f. e. m. non ad una medesima temperatura dei due elettroliti, ma proprio alle loro rispettive temperature di fusione, adoperando due termometri in ciascun ramo. E siccome lo stagno fonde a circa 240°, mentre che il suo cloruro fonde a 250°, e quello è di peso specifico superiore a quest' ultimo, così basterebbe un sol tubo ad *U* con una partizione di amianto fra i due cloruri; lo stagno fuso verrebbe in basso interponendosi fra i due cloruri, escludendo così il loro contatto.

Per ovviare a questo inconveniente ho introdotto prima nel tubo ad *U* dalla parte *d'*, molto più corta della *d*, una lamina di stagno *g* della larghezza di circa 1 cm., la quale, per la sua flessibilità, mi è stato possibile far ripiegare fino in *d*.

Riempito a pezzettino di stagno il ramo *d*, l' ho portato a fusione fino a che lo stagno fuso non avesse raggiunto il medesimo livello nei due rami del tubo. Il tratto da *d* a *c* è pieno di cloruro di stagno, nel quale vi s' introduce un altro tubo ausiliare *mn* pieno di cloruro di zinco, in cui v'immerge una laminetta di zinco *z* ed un termometro *t* a mercurio, graduato fino a 360° (1). Questo tubo ausiliare è contratto in *m*, e ivi ho collocato, introducendolo, dalla parte più larga *n*, un tappo di amianto dello spessore di mezzo cm., ed abbastanza serrato per prevenire ogni mescolanza tra i cloruri.

È necessario, prima di misurare la f. e. m., di far fondere il cloruro di zinco separatamente, e lasciare per parecchio tempo inzuppare di esso ben bene il turacciolo d'amianto. Quando si è sicuri di ciò (allorchè trasudi), si rifondono i due cloruri, e si introduce il tubo *mn* nel ramo *dc*, in maniera ch' esso peschi per metà nel cloruro di stagno; così si viene a formare la pila

$$Zn — Zn\,Cl_2 — Sn\,Cl_2 — Sn \text{ fuso.}$$

(1) La porzione sporgente della colonna di mercurio del termometro veniva accuratamente corretta (vedi KOHLRAUSCH p. 73).

Ecco i risultati di tre pile formate identicamente, dedotti dalle medie di più esperienze fatte con ciascuna di esse.

temperatura	1ª pila	2ª pila	3ª pila
250°	0^{volt},355	0^{volt},360	0^{volt},358
260	354	358	358
270	354	358	358
280	354	356	358
290	354	356	357
300	354	356	356
310	353	355	354
320	353	355	355
330	354	355	354
310	354	355	354
290	354	356	356
270	355	356	356
250	355	358	356
? 240	356	365	358

Da questo quadro si vede che la f. e. m. non varia sensibilmente con la temperatura. Qualche piccola differenza fra due misure non ci dice nulla di sistematico: essa deve probabilmente attribuirsi agli inevitabili errori sperimentali, epperò possiamo ritenere che la f. e. m. sia indipendente, o quasi, dalla temperatura.

Ad ogni misura ho interrotto la corrente riscaldante, per impedire un po' il movimento dei liquidi.

Ho potuto misurare la f. e. m. di questa pila fino a 250° con esattezza. Tra 250 e 240° avveniva un aumento forte di resistenza, dovuta alla solidificazione dei due cloruri che rendeva poco precise le misure.

Sembra però fuor di dubbio che la pila solidificata (fra 250° e 240°) abbia a un dipresso la medesima f. e. m. che allo stato liquido.

Il Poincaré trova per questa pila fra i 275 e i 350° una f. e. m. invariabile di 0^{v},355; mentre alla temperatura di 220°, come media di più esperienze, trova una f. e. m. 0^{v},39.

Questa pila si mantiene abbastanza costante per parecchio tempo; difatti ne ho rimisurato la f. e. m. dopo parecchi giorni, ed ho trovato ancora i medesimi valori. Senonchè, col tempo, i cloruri che sono avidissimi di umidità, si alterano.

Se tutto il calore sviluppato dalle reazioni chimiche che si effettuano in seno di una pila, venisse adoperato a produrre la corrente, la f. e. m. E della pila si dedurrebbe facilmente.

In effetto, ammettendo che un coulomb decompone 0, 1035 $\times 10^{-4}$ a, dove a è l'equivalente elettrochimico del corpo, espresso in grammi, si avrà

$$[1] \qquad E = \frac{Q}{10000}\ 0,432$$

Q essendo il calore sviluppato dalla reazione di cui la pila è la sede, quando un equivalente di uno dei corpi che reagiscono è decomposto.

Nel nostro caso la quantità di calore Q, considerando i corpi allo stato solido, è stata misurata da Thomsen, il quale ha trovato che il calore, sviluppato per la sostituzione nel cloruro di un equivalente di zinco ad un equivalente di stagno, è 8400^{cal}; dunque, sostituendo questo valore nella [1], si ha la f. e. m. teorica della pila in esame, considerando il calore chimico equivalente al calore voltaico, sarebbe:

$$E = \frac{8400}{10000}\ 0,432 = 0^{volt},362$$

Onde si vede che il numero calcolato è poco differente del numero osservato. È necessario, per comparare il calore chimico al calore voltaico, di tener conto delle variazioni dei calori di combinazione, quando la temperatura e lo stato fisico dei corpi

viene a cambiare. In tutti i casi Brown mostra bene che bisogna aumentare di un certo valore il numero che esprime la f. e. m. teorica prendendo il calore di combinazione dei cloruri dato da Thomsen.

Le formole date dall' Helmholtz (1), nell'introduzione della sua prima memoria sulla termodinamica dei fenomeni chimici, conducono alle seguenti proposizioni:

« Allorchè, in una pila, il calore chimico è superiore al calore voltaico, la f. e. m. della pila decresce col crescere della temperatura. Al contrario, allorchè il calore chimico è inferiore al calore voltaico cresce col crescere della temperatura. Se il calore chimico è uguale al calore voltaico la formola dell'Helmholtz ci dice che la f. e. m. è indipendente dalla temperatura. »

Infine Lippman (2) ha dimostrato che le pile, nelle quali il calore voltaico è uguale al calore chimico, sono quelle i di cui elementi seguono la legge di Dulong e Petit. Egli ha trovato la formola importante

$$\frac{dc}{dm} = k\ T\,\frac{d^2 E}{d\ T^2}$$

in cui c indica il calore specifico del sistema che costituisce la pila idroelettrica, m la quantità di elettricità che l' attraversa, E la f. e. m.; il termine $\frac{dc}{dm}$ misura la variazione della capacità calorifica che corrisponde al passaggio di una unità di elettricità, e per conseguenza ad un equivalente chimico.

Se nella precedente equazione $\frac{dc}{dm} = 0$ il secondo membro è nullo, cioè

$$\frac{dE}{dT} = \text{cost.}$$

quindi

$$E = cT + c'$$

(1) P. DUHEM, *Potentiel thermo-dinamique.*

(2) LIPPMAN — *De l'action de la chaleur sur les piles, et la loi de Kopp et Woestyne* — Comptes rendus XCIX p. 895, 1854.

Ma la condizione $\frac{dc}{dm} = o$ esprime semplicemente che la legge di Kopp e Woestyn è vera; dunque: gli elementi di pila la di cui f. e. m. è costante, sono quelli che soddisfano alla legge di Kopp e Woestyn.

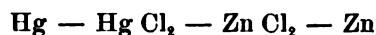
I principî di Helmholtz e di Lippman concordano soltanto nei casi in cui la pila è reversibile; poichè bisogna fare misure sopra elementi assolutamente impolarizzabili, e possedenti ad una data temperatura una f. e. m. ben determinata. Per ottenere tali elementi è necessario prendere due metalli e due sali di questi metalli aventi il medesimo acido, come è necessario inoltre che i quattro corpi debbano esistere alla medesima temperatura.

L' elemento

$$Zn - Zn\,Cl_2 - Sn\,Cl_2 - Sn$$

soddisfa alle sopradette condizioni; poichè è costante per un tempo abbastanza lungo, senza che la sua f. e. m. varii sensibilmente.

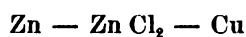
Se si prende al contrario un elemento di pila, ove uno degli elettroliti cambia di stato in seguito al passaggio della corrente, $\frac{dc}{dm}$ è certissimamente molto differente da zero, ed E non potrà più rimanere indipendente dalla temperatura. Così per l' elemento

$$Hg - Hg\,Cl_2 - Zn\,Cl_2 - Zn$$

ho trovato i seguenti valori, operando su due pile formate identicamente:

temperatura	1ª pila	2ª pila
265°	0^{volt},627	0^{volt},691
275	644	699
285	660	711
295	685	730
305	710	750
315	740	756

Osservando questi valori dati dall' esperienza si trova, che la f. e. m. varia con la temperatura e quasi proporzionalmente ad essa. Senonchè bisogna osservare che un piccolo errore viene introdotto in queste misure; poichè il mercurio ch' è adoperato come elettrodo viene in contatto con un filo di rame, onde viene introdotta una f. e. m. termo-elettrica dovuta a due saldature: l' una cloruro di zinco-zinco e l' altra mercurio-rame, con una differenza di temperatura superiore ai 100°.

Con molta semplicità si misura la f. e. m. della pila

$$Zn — Zn\,Cl_2 — Cu$$

essendo il cloruro di zinco fuso buonissimo conduttore di elettricità.

Eccone un quadro:

temperatura	1ª pila	2ª pila	3ª pila
250°	0^{volt},483	0^{volt},484	0^{volt},483
260	477	475	476
270	464	463	465
280	454	456	456
290	438	439	440
300	433	431	432
310	421	422	420
320	406	407	405
330	404	404	404
240	466	466	465
230	475	476	476
220	480	481	480
210	482	483	482
200	484	484	485
190	490	491	491
180	493	494	495
170	497	497	498
160	513	514	513
150	524	525	525
140	543	543	543
130	560	560	561

Di ogni pila, ogni valore è la media di quattro o cinque osservazioni.

Esaminando questo quadro, si trova che la f. e. m. decresce col crescere della temperatura, e si può dire che decresce proporzionalmente ad essa; e ad una temperatura intorno ai 410° (temperatura osservata approssimativamente riferendola al punto di fusione dello zinco) ho trovato una f. e. m. di 0^{volt},048; ciò ci fa prevedere che questa, ad alta temperatura, dovrà essere molto vicina allo zero.

La pila solidificata ha una f. e. m. di molto superiore a quella della pila in fusione. Ne ho potuto misurare la f. e. m. fino a 130°, misura poco esatta invero, dacchè il cloruro di zinco, a questa temperatura, offre una resistenza considerevole al passaggio della corrente.

Finalmente ho misurato la forza termo-elettrica che si sviluppa fra due elettrodi del medesimo metallo, ma a temperature differenti, immersi in un sale di questo metallo. Ho usato due lastre di zinco immerse nel suo cloruro. A tal uopo ho usato il solo tubo ad *U*, i di cui rami venivano riscaldati separatamente da due spiraline; così potevo ottenere delle differenze di temperatura fra i due rami a mio piacere, poichè, mercè quadri di resistenza, potevo mandare attraverso le spiraline, separatamente, l' intensità di corrente che mi abbisognava. Le temperature venivano prese da due termometri graduati fino a 350°.

Chiamando t le temperature del ramo sinistro del tubo, t' quelle del ramo destro, ecco i risultati avuti:

t	t'	differenza	f. e. m.
260°	260°	0°	e_1 = 0, 013840
280	280	0	e_2 = 0, 012947
280	325	45	e = 0, 020247
250	330	60	e = 0, 022577
210	326	116	e = 0, 030174
210	318	108	e = 0, 027927
240	315	75	e = 0, 024717
200	325	125	e = 0, 031244

Come si vede, ho misurato prima la f. e. m. e_1 ad una temperatura $t = t' = 260°$, ed e_2 ad un'altra temperatura più elevata $t = t' = 280°$, ed ho trovato ch'essa varia estremamente poco; indi ho provocato una differenza di temperatura fra t e t' ed ho misurato la f. e. m. e; onde, sottraendo questa e dalla e_1 o dalla e_2 si viene ad avere la f. e. m. termo-elettrica. Però nulla ci autorizza a prendere come risultato più prossimo al vero sì l'uno che l'altro; quindi ne ho fatto la media, ed ho trovato che per $\theta°$ il valore della f. e. m. termo-elettrica E è dato da

$$E = 0^{volt},000\ 151\ .\ \theta°$$

Il Poincaré ha trovato invece

$$E = 0,\ 000\ 13\ .\ \theta$$

Epperò i due risultati si approssimano, ed il mio è molto soddisfacente quando si consideri che, per quanto si fissino bene gli elettrodi dentro l'elettrolito, pure l'ebollizione di quest'ultimo produce dei movimenti attorno ad essi, e perciò s'introducono delle correnti, dovute a questi movimenti del liquido.

Quando il cloruro di zinco viene a solidificarsi in uno dei rami del tubo, sembra che non vi sia cambiamento di forza-termoelettrica; pare cioè che quest' ultima non presenti discontinuità, quando il sale passa dallo stato liquido allo stato solido, e viceversa.

Come si vede dall' esperienza, io ho potuto raggiungere una differenza di temperatura di 125°, ed avrei anche potuto ottenere una differenza di 240° se avessi potuto disporre di termometri graduati fino a 460°, come ha usato il Poincaré, che col suo metodo non è giunto a ottenere soltanto una differenza di temperatura di 50°. Ciò è importante, perchè si potrebbe verificare se la f. e. m. è proporzionale anche alle grandi differenze di temperatura.

***

I cloruri ed i metalli usati erano chimicamente puri, e mi furono forniti, la maggior parte, dalla casa Imbert.

Queste esperienze sono state eseguite nel Gabinetto di Elettrotecnica di Napoli, diretto dall' Illustre mio maestro Prof. G. Grassi, a cui per la bontà d' animo con la quale mi ha ospitato nel suo Gabinetto e per i suoi savi consigli, rendo sentite grazie.

I sistemi gruppali e generatori

Memoria del dott. PAOLINO FULCO

Questa memoria è conseguenza diretta dell' altra mia memoria: « Sui gruppi e sugli insiemi di operazioni funzionali distributive ad unica determinazione » (*).

In tale memoria stabilii il concetto di gruppo trasformato, con una data operazione, di un altro dato gruppo. Ora, valendomi appunto dello stabilito concetto, dico sistema gruppale quello insieme di gruppi che nascono da un determinato gruppo, gruppo origine, per mezzo di successive trasformazioni mediante una qualsiasi operazione e la sua inversa. Dico poi sistema generatore il complesso di insiemi generatori che nascono da un determinato insieme generatore per mezzo di trasformazioni successive con un' operazione e la sua inversa. Accanto all' idea di sistema gruppale vedremo come nasce spontanea quella di Spazio dei trasformati di un gruppo e di Spazio generatore. Di questi spazi accennerò ad alquante proprietà.

Ho diviso la presente memoria in quattro parti per avere maggior chiarezza d' esposizione. Nella prima parte studio i sistemi gruppali aventi a gruppo origine un gruppo generico; nella seconda e terza i sistemi gruppali aventi a gruppo origine un gruppo ad uno o ad r parametri, e fo agevolmente vedere come dalle proprietà dei sistemi gruppali si passa a quelle della famiglia di traiettorie, o varietà traiettorie, generate da un sistema

(*) Atti della R. Acc. Peloritana 1899.

gruppale. Finalmente nella quarta parte mi occupo dei sistemi e spazi generatori.

I. Sistemi di gruppi generici.

1. Dato un gruppo $(A^{(0)})$ ed un' operazione X dirò che X è *transitiva* rispetto al gruppo dato allorchè lo trasforma in un altro gruppo $(A^{(1)})$ diverso da $(A^{(0)})$. Se invece l'operazione X trasforma il gruppo $(A^{(0)})$ in se stesso dirò che X è *intransitiva* ririspetto ad $(A^{(0)})$.

2. È facile dimostrare che:

I. Se un'operazione X è transitiva, o intransitiva, rispetto al gruppo $(A^{(0)})$ X^{-1} sarà transitiva, o intransitiva, rispetto al medesimo gruppo, mentre che $\overline{X}$ ed $\overline{X^{-1}}$ saranno transitive, o intransitive, rispetto al gruppo $\overline{(A^{(0)})}$ aggiunto di $(A^{(0)})$.

II. Se un'operazione X è transitiva rispetto al gruppo $(A^{(0)})$ lo sarà pure rispetto al gruppo $(A^{(1)})$ primo trasformato di $(A^{(0)})$ con la medesima operazione X.

III. Se un'operazione X è ciclica d' ordine n (*) saranno anche cicliche d' ordine n le operazioni X^{-1}, $\overline{X}$, $\overline{X^{-1}}$.

3. Ciò posto dato un gruppo $(A^{(0)})$ ed un' operazione X, transitiva rispetto al gruppo, si ha la serie di gruppi

$$(A^{(-n)}),\ (A^{(-n\,.\,1)}),\quad (A^{(-2)}),\ (A^{(-1)}),\ (A^{(0)}),\ (A^{(2)}),\quad (A^{(n-1)}),\ (A^{(n)})$$

di cui $(A^{(-n)})$ è il trasformato con l' operazione X^{-1} del gruppo $(A^{(-n+1)})$, ed il gruppo $(A^{(n)})$ è il trasformato con l' operazione X del gruppo $(A^{(n-1)})$. Tutti questi gruppi, se l' operazione X non è ciclica, sono, data la proprietà II del § 2, tra loro distinti ed i valori che n può pigliare sono compresi tra $-\infty$ e $+\infty$.

Esamineremo poi a parte il caso che X sia ciclica.

4. Dirò ora *sistema gruppale* il complesso di gruppi che si

(*) Cfr. la mia nota « Alcune proprietà delle operazioni funzionali distributive » Atti della R. Acc. Peloritana 1899.

ottengono, con successive trasformazioni, da un gruppo, gruppo origine, mediante un' operazione, base del sistema , e la sua inversa. Chiamerò parte positiva di un sistema gruppale il complesso di gruppi ottenuti con successive trasformazioni con l' operazione X dal gruppo origine , e parte negativa il complesso di gruppi ottenuti dal gruppo origine mediante successive trasformazioni con l' operazione X^{-1}.

5. Dai §§ 3 e 4 risulta chiaramente che:

I. Se la base d' un sistema gruppale è transitiva rispetto al gruppo origine del sistema questo ha parte positiva e negativa composta da un numero infinito di gruppi distinti tra loro.

II. Ogni gruppo di un' tal sistema può essere scelto come gruppo origine del sistema e lo divide in due parti positiva l'una negativa l' altra.

III. Ogni parte dell' anzidetto sistema costituisce un aggregato infinito della prima potenza.

Tale sistema gruppale, date le sue proprietà, lo dirò *sistema gruppale rettilineo.*

6. Supponiamo che l' operazione X sia transitiva rispetto al gruppo origine $(A^{(0)})$ d' un certo sistema gruppale , e di più che X sia ciclica d' ordine n, allora abbiamo il seguente teorema : Il gruppo m esimo, di un sistema gruppale avente per base un' operazione ciclica d' ordine n, coincide con il gruppo $(m\text{-}n)$ esimo del medesimo sistema.

Infatti detta $A_i^{(m)}$ un'operazione dell' m—esimo gruppo si ha:

$$A_i^{(m)} = X^{-m} A_i^{(0)} X^m.$$

Se poi $A_i^{(m-n)}$ è un'operazione dell' $(m—n)$ esimo gruppo viene:

$$A_i^{(m-n)} = X^{-(m-n)} A_i^{(0)} X^{(m-n)} = X^{-m} X^n A_i^{(0)} X^m X^{-n},$$

ed essendo X un' operazione ciclica d' ordine n risulta

$$X^{-n} = X^n = 1 ;$$

perciò

$$A_i^{(m-n)} = X^{-m} A_i^{(0)} X^m = A_i^{(m)}.$$

Dunque risulta

$$(A^{(m)}) \equiv (A^{(m-n)}).$$

7. Da questo teorema, detto sistema gruppale ciclico di classe n un sistema gruppale avente per base un'operazione ciclica d'ordine n transitiva rispetto al gruppo origine del sistema, risulta chiaro che:

I. Un sistema gruppale ciclico di classe n ha la parte positiva composta da n gruppi distinti tra loro e così pure la parte negativa composta soltanto da n gruppi distinti tra loro.

II. Per $n > m$ il gruppo m esimo della parte positiva coincide con il gruppo $(m-n)$-esimo della parte negativa del sistema gruppale ciclico di classe n.

III. Partendo dal gruppo origine di un sistema gruppale di classe n vi si ritorna dopo n successive trasformazioni o con X o con X^{-1}.

8. Ricordando (*) che il gruppo aggiunto del primo trasformato di un gruppo mediante un'operazione X è il primo trasformato del gruppo aggiunto al dato per mezzo di $\overline{X^{-1}}$; dicendo sistema aggiunto ad un sistema il sistema che nasce con successive trasformazioni del gruppo aggiunto al gruppo origine del sistema dato con l'aggiunta e l'inversa della aggiunta della base del sistema, e tenendo conto del § 2 abbiamo:

I. Ogni sistema gruppale ha un sistema aggiunto se il suo gruppo origine ammette un gruppo aggiunto e la sua base un'operazione aggiunta.

II. Il sistema gruppale aggiunto d'un sistema gruppale rettilineo è un sistema gruppale rettilineo, quello di un sistema ciclico di classe n è un sistema anche ciclico di classe n.

(*) Cfr. la mia memoria sui gruppi e sugli insiemi d'operazioni ecc. Atti della R. Acc. Peloritana 1899, pag. 504 (§ 14).

III. L' m—esimo gruppo della parte positiva di un sistema gruppale ha per gruppo aggiunto l' m—esimo gruppo della parte negativa del sistema gruppale ad esso aggiunto.

9. Il gruppo origine di un sistema gruppale può essere tale da coincidere con il suo gruppo aggiunto. Allora ogni sistema gruppale, che dal dato gruppo si origina, per mezzo di successive trasformazioni con una qualsiasi operazione, coincide con il suo gruppo aggiunto. Da quì risulta evidente la maniera di avere infiniti gruppi di operazioni coincidenti con i loro gruppi aggiunti allorchè se ne conosca uno che goda di tale proprietà.

10. Fin' ora abbiamo considerata sempre l' operazione generica X, con cui si trasforma un gruppo generico $(A^{(0)})$, come transitiva rispetto al dato gruppo. Supponiamo che non lo sia; allora non lo sarà nemmeno X^{-1} e di più le operazioni $\overline{X}$ e $\overline{X^{-1}}$ saranno ancora intransitive rispetto al gruppo $\overline{(A^{(0)})}$.

Da ciò segue che il gruppo $(A^{(0)})$ è trasformato in se stesso sia dall' operazione X che dall' operazione X^{-1} e così pure il gruppo $\overline{(A^{(0)})}$ sarà trasformato in se stesso sia da $\overline{X}$ che da $\overline{X^{-1}}$.

Ne viene quindi che:

I. Un sistema gruppale la cui base è intransitiva rispetto al gruppo origine è composto dal solo gruppo origine. Tale sistema lo dirò *degenere.*

II. Il sistema aggiunto ad un sistema degenere è un sistema degenere.

11. Dato un gruppo origine $(A^{(0)})$ si ottengono da esso, per mezzo di successive trasformazioni con tutte le possibili operazioni funzionali distributive ad unica determinazione, infiniti sistemi gruppali. Alla totalità di questi sistemi gruppali darò il nome di *spazio dei trasformati del gruppo origine* ed indicherò tale spazio con il simbolo $\sum\limits_{(A^{(0)})}$ dove $(A^{(0)})$ è il gruppo origine. Dopo ciò è chiaro che:

1. Dato un gruppo qualsiasi rimane individuato lo spazio dei trasformati del gruppo dato preso come gruppo origine.

II. Tutti i gruppi di un $\Sigma_{(A^{(0)})}$ godono delle proprietà intrasformabili (*) del gruppo origine.

III. I sistemi gruppali contenuti in un $\Sigma_{(A^{(0)})}$ non possono essere che di tre specie: Rettilinei: la base del sistema è transitiva rispetto al gruppo origine e non ciclica. Ciclici di classe n: la base del sistema è un' operazione ciclica d' ordine n transitiva rispetto al gruppo origine. Degeneri: la base del sistema è intransitiva per rispetto al gruppo origine.

IV. Da un qualsiasi gruppo di un $\Sigma_{(A^{(0)})}$ si può passare ad un altro qualsiasi gruppo dello stesso spazio mediante un numero finito di trasformazioni.

12. È chiaro che dato un gruppo origine $(A^{(0)})$, se questo è tale da ammettere un gruppo aggiunto $\overline{(A^{(0)})}$, allora lo spazio $\Sigma_{(A^{(0)})}$ ammetterà uno spazio aggiunto $\overline{\Sigma}_{(A^{(0)})}$ il quale gode delle seguenti proprietà:

I. L' m—esimo gruppo della parte negativa d' un sistema gruppale di un $\overline{\Sigma}_{(A^{(0)})}$ è l' aggiunto dell' m—esimo gruppo della parte positiva d' un sistema di $\Sigma_{(A^{(0)})}$.

II. Tutti i gruppi di un $\overline{\Sigma}_{(A^{(0)})}$ godono delle stesse proprietà intrasformabili del gruppo $(A^{(0)})$.

III. Ogni spazio aggiunto ad un dato spazio contiene tanti sistemi gruppali d' una data specie per quanti ne contiene il dato spazio di quella specie.

II. Sistemi di gruppi ad un parametro.

13. Ho di già dimostrato (**) che ogni gruppo, ch' è il trasformato di un gruppo ad un parametro, con una qualsiasi operazione, è un gruppo ad un parametro generato dalla trasfor-

(*) Cfr. la mia già citata memoria pag. 502 (§ 9).

(**) Vedi la mia già citata memoria pag. 506 (§ 18).

mata dell' operazione infinitesima generante il primo gruppo. Da ciò segue immediatamente:

I. Ogni sistema gruppale avente per gruppo origine un gruppo ad un parametro è tutto composto di gruppi ad un parametro.

II. Lo spazio dei trasformati di un gruppo ad un parametro è tutto composto di gruppi ad un parametro.

14. Condizione necessaria e sufficiente affinchè un sistema di gruppi ad un parametro sia rettilineo è che la sua base sia transitiva rispetto all' operazione infinitesima generante il gruppo origine del sistema.

Infatti suppongasi che un certo sistema di gruppi ad un parametro di base X e di gruppo origine $(G^{(0)})$ sia rettilineo. Allora:

$$(G^{(m)}) \equiv\!|\!\equiv (G^{(m-1)}), \tag{1}$$

qualunque sia il numero m, oppure

$$\sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^n}{n!} (X^{-m} A X^m) \equiv\!|\!\equiv \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^n}{n!} (X^{-(m-1)} A X^{m-1}), \tag{2}$$

in cui A è l' operazione infinitesima generante $(G^{(0)})$, per il che basta che sia:

$$X^{-m} A X^m \equiv\!|\!\equiv X^{-(m-1)} A X^{m-1}. \tag{3}$$

Ciò dimostra essere X transitiva rispetto all' operazione A.

Reciprocamente se l'operazione X è transitiva rispetto all' operazione A si ha evidentemente la (3) quindi anche la (2) e la (1), la quale ci mostra essere il sistema considerato rettilineo.

15. In una maniera perfettamente analoga si può dimostrare che:

Condizione necessaria e sufficiente affinchè un sistema gruppale, avente per gruppo origine un gruppo ad un parametro,

sia ciclico di classe n, o degenere, è che la sua base sia rispettivamente un' operazione ciclica d' ordine n, transitiva rispetto all' operazione infinitesima generante il gruppo origine, o un' operazione intransitiva per l' anzidetta operazione infinitesima.

16. È facile dimostrare che il gruppo aggiunto ad un gruppo ad un parametro è un gruppo ad un parametro; dal che segue immediatamente che lo spazio aggiunto ad uno spazio dei trasformati di un gruppo ad un parametro è tutto composto di gruppi ad un parametro.

17. Supponiamo d' avere un sistema di gruppi ad un parametro; è chiaro che ad ogni valore dato al parametro resta individuata un' operazione sia nel gruppo origine che in tutti i gruppi che compongono il sistema. Tutte le operazioni individuate nel sistema da un medesimo valore del parametro le dirò corrispondenti. Segue da quì che in un sistema rettilineo un' operazione ha infinite operazioni corrispondenti, in un sistema ciclico di classe n ne ha $n-1$, finalmente in un sistema degenere ogni operazione corrisponde a se stessa.

18. Si abbia un sistema di gruppi ad un parametro e lo si applichi ad un punto $\alpha_0(x)$ dello spazio funzionale. Allora il punto $\alpha_0(x)$ individuerà, per rispetto ad ogni gruppo del dato sistema, una certa traiettoria. L' insieme di tutte queste traiettorie lo chiamerò *famiglia delle traiettorie* del punto $\alpha_0(x)$ rispetto al sistema gruppale dato. È chiaro che, se si pone

$$\alpha(x, t, \pm m) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{t^n}{n!} (X^{\mp m} A X^{\pm m}) [\alpha_0(x)],$$

la famiglia di traiettorie di $\alpha_0(x)$, rispetto ad un determinato sistema gruppale, si può indicare con il simbolo:

$$\alpha(x, t, m) \qquad (m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \infty.$$

19. Date le proprietà dei sistemi gruppali è chiaro che la famiglia di traiettorie d' un punto dello spazio funzionale gode delle seguenti proprietà:

I. Una famiglia di traiettorie è composta da infinite traiettorie s' è relativa ad un sistema rettilineo, da n s' è relativa ad un sistema ciclico di classe n, e finalmente da una sola s' è relativa ad un sistema degenere.

II. Le traiettorie d' una famiglia s' ottengono tutte trasformando (*) la traiettoria del gruppo origine, del sistema a cui è relativa la famiglia, con la base del detto sistema.

III. Per le traiettorie d'una famiglia relativa ad un sistema rettilineo si ha, per qualunque valore di m e di h, la relazione:

$$\alpha\,(x,\,t,\,m) \equiv\!\!|\!\!\equiv \alpha\,(x,\,t,\,m-h) \tag{4}$$

Invece per le traiettorie d' una famiglia, relativa ad un sistema ciclico di classe n, la relazione (4) ha luogo per qualunque valore di m e per $h \equiv\!\!|\!\!\equiv n$. Nel caso di $h=n$ si ha:

$$\alpha\,(x,\,t,\,m) \equiv \alpha\,(x,\,t,\,m-n)$$

IV. Se una traiettoria d' una famiglia appartiene alla sua varietà π_{n-1} osculatrice apparterranno del pari (*) tutte le traiettorie della famiglia alle loro varietà osculatrici.

20. Suppongasi d' avere un sistema di gruppi ad un parametro continui l' uno per rispetto all' altro.

Allora è chiaro (*) che si ha:

$$|\, G_t^{(m)}\,(\alpha_0) - G_t^{(m-1)}\,(\alpha_0)\,| < g$$

per tutto lo spazio funzionale, o per una parte Γ di esso, e per tutte le funzioni α dello spazio funzionale, o della parte Γ di esso, per cui si ha:

$$|\,\alpha\,| < h,$$

per valori della variabile compresi in un certo campo C. Sce-

(*) Cfr, la mia memoria, pag. 510, 511, 508, 513, 514 (§§ 21, 20, 24).

gliendo opportunamente il campo C ed il numero h si può far si che g sia piccolo a piacere.

Ora

$$G_i^{(m)}\ (\alpha_0) = \alpha\ (x,\ t_i,\ m),$$

mentre che

$$G^{(m-1)}\ (\alpha_0) = \alpha\ (x,\ t_i,\ m-1);$$

quindi risulta

$$|\ \alpha\ (x,\ t_i,\ m) - \alpha\ (x,\ t_i,\ m-1)\ | < g.$$

Ma α $(x,\ t_i,\ m)$ ed α $(x,\ t_i,\ m-1)$ sono due punti corrispondenti di due traiettorie consecutive della famiglia di traiettorie del punto α_0, relativa al sistema dato, quindi si può concludere:

La famiglia di traiettorie d' un punto α_0 dello spazio funzionale relativa ad un sistema di gruppi ad un parametro, continui l' uno per rispetto all' altro, gode della proprietà che i punti corrispondenti di due traiettorie consecutive della famiglia differiscono tra loro di quanto poco si vuole.

21. Applicando gl' infiniti sistemi di gruppi ad un parametro di un $\underset{(G^{(0)})}{\Sigma}$ ad un punto $\alpha_0\ (x)$ dello spazio funzionale abbiamo infinite famiglie di traiettorie. Dirò che queste infinite famiglie costituiscono un famiglia di traiettorie di $\alpha_0\ (x)$ rispetto allo spazio $\underset{(G^{(0)})}{\Sigma}$.

Ricordando le proprietà di un $\underset{(G^{(0)})}{\Sigma}$ è facile vedere di quali proprietà godono le traiettorie di questa famiglia. Quindi per amore di brevità mi dispenso dall' enunciarle.

III. Sistemi di gruppi ad r parametri.

22. Per i gruppi ad r parametri si può ripetere, quasi, parola per parola quello che si è detto sui gruppi ad un parametro. Perciò mi limito ad enunciarne le principali proprietà e specialmente quelle che alquanto differiscono da quelle dei gruppi ad un parametro.

23. I. Tutti i sistemi gruppali che hanno per gruppo origine un gruppo ad r parametri essenziali sono composti di gruppi ad r parametri essenziali.

II. Lo spazio dei trasformati di un gruppo ad r parametri essenziali è composto tutto di gruppi ad r parametri essenziali.

III. Lo spazio aggiunto ad uno spazio dei trasformati di un gruppo ad r parametri essenziali è tutto composto di gruppi ad r parametri essenziali.

IV. Condizione necessaria e sufficiente affinchè un sistema di gruppi ad r parametri sia rettilineo, ciclico di classe n, degenere, è che la base del sistema sia rispettivamente transitiva rispetto al gruppo delle r operazioni infinitesime, generanti il gruppo origine del sistema, e non ciclica; ciclica d' ordine n e transitiva rispetto all' anzidetto gruppo delle r operazioni infinitesime; intransitiva rispetto a questo gruppo.

24. Allorchè si applica un gruppo ad r parametri essenziali ad un punto $\alpha_0 (x)$ dello spazio funzionale si ottiene una varietà traiettoria ad r dimensioni. Applicando quindi un sistema di gruppi ad r parametri essenziali al punto $\alpha_0 (x)$ si ha una varietà traiettoria del punto $\alpha_0 (x)$ relativamente ad ogni gruppo del sistema.

Al complesso delle varietà traiettorie così individuate darò il nome di *famiglia di varietà traiettorie del punto* $\alpha_0 (x)$ *relativa al dato sistema gruppale*.

25. Le famiglie di varietà traiettorie godono precisamente delle stesse proprietà che godono le famiglie di curve traiettorie ed è per questo che non le enuncio affatto.

IV. Sistemi generatori.

26. Ho già dimostrato (*) che:

Il trasformato d' un insieme generatore, con un' operazione

(*) Cfr. la mia memoria « Sui gruppi ecc. » pag. 533 (§ 42).

qualsiasi, è un insieme generatore diverso del dato se l'operazione trasformante è transitiva rispetto al dato insieme, coincidente con il dato se l'operazione trasformante è intransitiva per tale insieme. Ciò posto è facile dimostrare che:

I. Se l'operazione X è transitiva rispetto all'insieme generatore $[A^{(0)}]$ lo sarà pure X^{-1} ed $\overline{X}$, $\overline{X^{-1}}$ lo saranno per l'insieme $\overline{[A^{(0)}]}$ mentre invece se X è intransitiva rispetto al dato insieme lo sarà pure X^{-1}, ed $\overline{X}$, $\overline{X^{-1}}$ lo saranno per l'insieme aggiunto al dato insieme.

II. Se l'operazione X è transitiva rispetto all'insieme generatore $[A^{(0)}]$ lo sarà pure rispetto all'insieme generatore $[A^{(1)}]$, primo trasformato, con l'operazione X, dell'insieme $[A^{(0)}]$.

27. Dalle proprietà anzi enunciate risulta evidente che:

Dato un insieme generatore $[A^{(0)}]$, insieme generatore origine, ed un'operazione X, transitiva rispetto a tale insieme e non ciclica, si possono ottenere mediante successive trasformazioni, con X ed X^{-1}, di $[A^{(0)}]$, infiniti insiemi generatori.

La totalità di tutti questi insiemi la chiamerò *sistema generatore* e di più dirò ch'è un sistema generatore *rettilineo*. Alla operazione X darò poi, in tutto quel che segue, il nome di base del sistema.

28. Se l'operazione X è transitiva rispetto all'insieme origine, ma è ciclica d'ordine n è facile dimostrare che: Con successive trasformazioni di un insieme origine $[A^{(0)}]$ per mezzo dell'operazione ciclica X d'ordine n transitiva rispetto ad $[A^{(0)}]$ e dell'operazione X^{-1} si ottiene un sistema generatore composto di soli n insiemi generatori distinti giacchè l'm-esimo insieme coincide con l'$(m-n)$ esimo ed è distinto da tutti gli altri.

Un tale sistema generatore lo chiamerò *ciclico di classe n*.

29. Se l'operazione X è intransitiva rispetto all'insieme generatore $[A^{(0)}]$ ne viene che $[A^{(0)}]$ è trasformato in se stesso sia da X che da X^{-1}; quindi un sistema generatore che avesse per insieme origine $[A^{(0)}]$ e per base l'operazione X sarebbe composto dal solo insieme origine.

Un sistema generatore così fatto lo dirò *degenere*.

30. Un insieme generatore $[A^{(0)}]$ è caratterizzato dal fatto che i prodotti di due sue qualunque operazioni sono operazioni appartenenti ad un gruppo, che ho chiamato il gruppo dall' insieme generato. Tale gruppo lo si può indicare con il simbolo $(A_i^{(0)} A_h^{(0)})$. Ciò posto se $[A^{(1)}]$ è il primo insieme trasformato di $[A^{(0)}]$ con l' operazione X, sarà (*) $(A_i^{(1)} A_h^{(1)})$ il primo trasformato, con l' operazione X del gruppo $(A_i^{(0)} A_h^0)$. È chiaro ora che se,

$$[A^{(1)}] \equiv\!\!|\!\!\equiv [A^{(0)}] \quad \text{oppure} \quad [A^{(1)}] \equiv [A^{(0)}]$$

risulterà

$$(A_i^{(1)} A_h^{(1)}) \equiv\!\!|\!\!\equiv (A_i^{(0)} A_h^{(0)}) \quad \text{oppure} \quad (A_i^{(1)} A_h^{(1)}) \equiv (A_i^{(0)} A_h^{(0)}).$$

Dopo ciò si può dire:

Ogni sistema generatore genera un sistema gruppale della sua stessa specie avente per gruppo origine il gruppo generato dall' insieme origine e per base la base del sistema generatore.

31. È facile dimostrare ora che:

Se l' insieme origine d' un sistema generatore ammette un insieme aggiunto, e la base del sistema un' operazione aggiunta il sistema generatore dato ammetterà un sistema generatore aggiunto della sua stessa specie.

32. Dato un insieme generatore $[A^{(0)}]$ se lo trasformiamo con tutte le possibili operazioni funzionali distributive ad unica determinazione otterremo infiniti sistemi generatori di tutte e tre le viste specie. Alla totalità di qnesti infiniti sistemi generatori darò il nome di *Spazio generatore relativo all' insieme origine.*

Può facilmente dimostrarsi che un qualunque spazio generatore gode delle seguenti principali proprietà:

I. Ogni proprietà intrasformabile dell' insieme origine è valevole per ogni insieme dello spazio generatore ad esso relativo.

II. Lo spazio generatore, relativo ad un insieme origine,

(*) Cfr. la mia citata memoria pag. 533 (§ 42).

ammette uno spazio generatore aggiunto se l'insieme generatore origine ammette un insieme aggiunto.

III. Da un qualunque insieme d' uno spazio generatore si può passare, mediante un numero finito di trasformazioni, ad un altro insieme del detto spazio in un' unica maniera.

IV. Ogni spazio generatore genera, ossia contiene, lo spazio dei trasformati del gruppo generato dall' insieme origine. Lo spazio aggiunto ad uno spazio generatore genera lo spazio aggiunto allo spazio dei trasformati del gruppo generato dall' insieme origine dello spazio generatore dato.

V. Lo spazio generato da uno spazio generatore contiene tanti sistemi gruppali d' una data specie per quanti sistemi generatori della stessa specie contiene lo spazio generatore.

33. Dovrei ora considerare dei sistemi generatori speciali come per esempio i sistemi generatori di sistemi di gruppi ad uno o più parametri, ma per amore di brevità tralascio di farlo nella presente memoria.

Messina, Novembre 1898.

Memoria XIII.

Morfologia e chimismo dell'emasia - Applicazioni cliniche [1]

pel Dottor ANGELO PETRONE

Professore ordinario di Anatomia patologica nella R. Università di Catania.

In continuazione delle mie ricerche pubblicate sull'argomento devo aggiungere, al già detto in varie sedute di Accademie scientifiche (Napoli, Catania), altri fatti che riguardano la struttura, la genesi e il chimismo del nucleo dell'emasia ritenuta sinora anucleata; e segnalare in ultimo le applicazioni pratiche che da questi studî possono farsi in Clinica.

La maggior parte di quanto andrò esponendo, comunicai verbalmente e con dimostrazione di preparati al IX Congresso di Medicina interna (4 Ottobre 1898 a Torino): pubblico tutto soltanto oggi, avendo dovuto completare le ricerche sulla genesi del nucleo, e sul valore della sua speciale composizione chimica.

Ultimo metodo di estrazione del sangue.

Con le mie ricerche precedenti sul sangue, io aveva potuto dimostrare, che sulla base della resistenza dei globuli rossi, e del valore isotonico di soluzioni di differenti sostanze, si può avere con certe soluzioni di acido picrico, di acido tannico, di iodo e ioduro di potassio, ecc: la conservazione dei globuli rossi, però con un lieve grado di plasmolisi (emoglobinolisi), che mentre rispetta l'emasia da non alterarne la struttura, permette l'apprezzamento di parti, che nelle condizioni ordinarie o con liquidi iperisotonici (isotonia massima), non appariscono, cioè la sostanza filare del protoplasma ed il nucleo dell'emasia.

Tale risultato dipende dal fatto, che le diverse parti dell'e-

(1) La presente memoria fu comunicata all'Accademia Gioenia il 18 dicembre 1898.

masia hanno una resistenza diversa: tutte si sciolgono coll' acqua distillata; tutte vi resistono se l' acqua distillata contiene in soluzione una data quantità di certe sostanze, che impediscono allora l'esosmosi del contenuto dell'emasia; ma ciascuna ha una resistenza diversa verso le soluzioni a titolo minore di dette sostanze, se cioè aumenta l'acqua: e nel fatto la meno resistente è la sostanza paraplasmatica (emoglobina), più resistente è la protoplasmatica (reticolo filare, protoplasma), la più resistente è la massa nucleare: così si spiegano le diverse gradazioni dell'apparenza sino al residuo nell'emasia del solo nucleo, e di questo sovente anche di un granulo centrale più resistente (nucleolo).

Queste soluzioni, che pur hanno valore isotonico, ma medio, e che bastano minimi cambiamenti in più di acqua per dare la plasmolisi totale, dànno l'effetto di ciò, che io chiamerei *isotonia strutturale* dei globuli rossi.

E se con altre sostanze, meno preziose per la fissazione del sangue aveva ottenuto risultati incoraggianti, veniva l' obbligo di ricercare col mezzo migliore che si possiede nella tecnica istologica, provare cioè l' acido osmico per l' isotonia strutturale; arrivare quindi a tale titolo di soluzione che si abbia lieve emoglobinolisi e risalto delle parti nascoste, mentre lo stesso acido osmico sarebbe poi il migliore fissatore della intima struttura rivelata. Sperimentai perciò con una serie di soluzioni, a cominciare da quella 1: 600, titolo ordinariamente adoperato e che è iperisotonico o quasi. Estraendo il sangue dal vivo nelle varie soluzioni osmiche fatte, il migliore risultato strutturale si ottiene dalla soluzione 1 : 4000, avendosi sempre minore modificazione di struttura quanto più ci si accosta alla soluzione 1 : 600, e cominciando la plasmolisi ad accentuarsi con danno della struttura sempre più, quando si va a soluzioni più deboli dopo quella 1 : 4000. È soverchio ripetere, che anche in questo caso bisogna estrarre il sangue con le norme rigorose assegnate, principalmente per la quantità verso il mestruo e pel modo della fuoruscita nello stesso, ove quel po' di sangue deve uscire non di un colpo, perchè

allora diffondendosi subito in tutta la goccia di mestruo, risente troppo l' azione dissolvente.

Nei preparati ben riusciti si ha che le emasie sono ben conservate, perfettamente rotonde, globose, sferoidali, (non più biconcave); il contenuto si conserva perfettamente omogeneo, senza che vi apparisca lo stroma del protoplasma, ma è incolore o quasi, non apparendo più il giallognolo dell' emoglobina, invece un colorito bruno-grigio opalino; centrale, o più o meno eccentrico appare costantemente il nocciuolo che si è scoverto cogli altri mestrui; ma questo nocciuolo è chiaramente circoscritto, a contorno ondulato o dentato, di un colorito più grigio scuro, e non omogeneo come il resto dell'emasia, ma vi si può apprezzare una fina costituzione filamentosa granulare.

Dopo i diversi trattamenti, che saranno esposti tra poco, è quel solo corpicciuolo che si colora elettivamente coi colori nucleari, meno il carminio, mentre il resto omogeneo dell' emasia si tinge coi colori acidi. Di modo che con questa soluzione osmica, che dirò di valore isotonico strutturale per l'emasia dell' uomo sano, risalta con maggiore precisione e finezza quella struttura, già dimostrata precedentemente con altri liquidi. Soltanto le colorazioni riescono meno forti e belle di quelle che si ottengono col liquido di Lugol, il quale poi ha anche il pregio di servire meglio del liquido osmico per le reazioni chimiche del ferro, come si dirà in seguito, e per far risaltare nell' emoglobinolisi accentuata, meglio dell'osmico, il reticolo filare protoplasmatico.

Con tutti questi ultimi svantaggi resta preferibile la soluzione osmica a tutte le altre per la precisione e nitidezza con cui si scovre il nucleo e si apprezza l'intima struttura, anche che il sangue si osservi immediatamente nella stessa soluzione osmica. Per le sostanze coloranti fa eccezione il solo *bleu fino in grani* (fabbrica Meister, etc.), il quale ultimamente ho potuto vedere che colora elettivamente e fortemente quel corpicciuolo: ciò che sarà esposto in seguito.

Prima di esporre la tecnica di quest' ultimo metodo, devo

dichiarare che servendomi di varie soluzioni osmiche ho potuto notare fatti che mi fanno di nuovo dubitare dell'esistenza delle piastrine; trattandosi però di una questione molto delicata e grave, cercherò di vagliare meglio le osservazioni fatte, anche servendomi di altri liquidi isotonici, e poi di reazioni chimiche speciali, con cui forse si potrà risolvere il quesito.

Per ciò che riguarda la tecnica dell' ultimo metodo esporrò brevemente il risultato delle ripetute ricerche.

1.) Estrazione del sangue nella soluzione osmica (1 : 4000), e chiusura tra due covroggetti. È soverchio far notare che la successiva evaporazione, anche di piccole quantità di acido osmico, fa perdere il valore isotonico strutturale al liquido, per cui un liquido usato ripetute volte, specialmente se si apre ogni volta la boccetta, non servirà più bene, dando a preferenza il risultato dell' emolisi (ombre).

2.) Permanenza all' oscuro, onde ottenere la fissazione del sangue alle lastrine (la modificazione strutturale avvenendo immediatamente), per 40 minuti ad un'ora, se la temperatura dell' ambiente supera 18° c. La permanenza gradatamente minore secondo l' aumento della temperatura, in modo che a 30° c. non si faranno restare i preparati più di mezz'ora, si farà sorpassare l' ora sino a due e tre ore se la temperatura dell'ambiente scende sotto ai 15° c. La fissazione avvenendo perfetta con queste norme, non si hanno risultati migliori, se i preparati si tengono all' oscuro per 24 ore nella camera umida.

3.) Trasporto dei preparati nella soluzione picrica 1 : 4000, ove si fanno galleggiare; altre soluzioni acide anche servono bene in sostituzione della picrica, specialmente la borica 1 : 1000. I due covroggetti si staccano dopo un tempo vario, relativo all'essiccamento iniziale e consecutiva aderenza avvenuta ai bordi delle lastrine, il covroggetto superiore restando a galla; talora se non si staccano spontaneamente, bastano piccole scosse, e finalmente l' entrare con la punta di un ago tra i due covroggetti fissati dal lato opposto con una pinzetta, per produrre il

distacco, che talvolta non si era fatto nemmeno nelle 24 ore di galleggiamento. Anche nell'acqua distillata si ottengono gli stessi effetti; sono però preferibili quelle soluzioni acide diluite, che fissano molto meglio le emasie nella loro struttura e sito. La lastrina inferiore, che va in fondo, è quella a cui è aderita maggiore quantità di sangue. Dopo qualche ora dal distacco delle lastrine, sino ad un giorno del bagno, esse si lavano due o tre volte in acqua distillata, e poi :

4.) Si colorano coi varii colori nucleari, anche con due colori basico ed acido. Si lavano poi in acqua e si chiudono in glicerina, (meglio), ma anche, dopo l' essiccamento, in balsamo. Quasi tutti i colori nucleari riescono benino per questo corpicciuolo dell' emasia , mentre i colori acidi colorano il resto del globulo rosso; i colori basici riescono meglio se sono aiutati da una lieve dose di acido formico 1 : 4000. Le sole soluzioni a base di carminio non colorano che poco o nulla ; tutti gli altri colori nucleari colorano sufficientemente, ma meno di quella forte colorazione che si ha nei preparati ottenuti coll' estrazione nel liquido di Lugol e poi assoggettati alla camera umida.

A proposito delle colorazioni mi limito per ora a notare, che ho ottenuto con una preparazione facilissima e molto economica dal sandalo (campeggio) alluminato un'ematossilina che riesce perfettamente anche per i pezzi in massa.

Se però nei preparati estratti nella soluzione osmica la colorazione nucleare è in generale più debole, a ciò fa eccezione la colorazione forte, caratteristica, immediata quasi, che si ottiene col *bleu fin en grains* (Meister , Lucius e Bruning—**Hoechst sur Mein.**)

Una soluzione debolissima di questo colore, formica 1: 4000, non solo serve benissimo per i preparati osmici, ma l' effetto di colorazione è ancora più sollecito e più nitido di quello che si ottiene nei preparati di sangue cavato nel liquido di Lugol.

Altre volte io aveva notato che un inchiostro bleu vecchio, ammuffito, mi aveva dato belli risultati, e che aveva inutilmente

fatto dei tentativi per rifare questo mezzo colorante. Ultimamente vi sono pervenuto tentando coi varî colori bleu di anilina.

Provando ripetutamente con varî colori di anilina della fabbrica Meister, Lucius e Bruning, ho potuto conchiudere che il migliore resta sempre il bleu fino in grani; riescono anche, ma meno bene del precedente il *bleu di China R*, ed il *bleu di Lione N. 12;* riesce abbastanza bene anche la *nigrosina*, s'intende sempre sperimentando con soluzioni formiche 1:4000. Dànno invece colorazione forte, ma diffusa il *bleu concentrato per cotone*, il *bleu di Lione 2 R*. Si ha infine poca colorazione e diffusa dal *bleu di metile B.B*, dal *bleu di metile* quasi insolubile in acqua, dal *bleu alcalino R extra* poco solubile in acqua, e dal *marrone*.

In rapporto alla colorazione nucleare, noterò per l' ematossilina formica 1 : 4000, che essa colora benino il nucleo dell' emasia cavata nella soluzione osmica : i preparati devono essere perfettamente modificati e fissati ; ed in una decina di minuti si ha la colorazione, minima dell'emoglobina, notevole del nucleo dell' emasia , caratteristica del nucleo dei leucociti, i quali si colorano di un violaceo molto vivo, mentre in quelli dei corpusculi rossi il violaceo è più scuro. L'ematossilina semplice (alluminata) riesce meno, colorando anche notevolmente l' emoglobina.

Ho tentato anche l' ematossilina in soluzioni allungate di potassa: nella soluzione 1: 1000 l'ematossilina non perde il colore, ma s'intorbida e precipita: in quella 1: 10000, non soltanto si conserva il colorito, ma non appare alcun precipitato; neanco però quest'ultima risponde bene, ed è sempre inferiore alla ematossilina formica per la colorazione nucleare. Ho sperimentato ancora l' ematossilina fenica (soluzione fenica 5 : 100, ed anche 1: 100): l' ematossilina conserva perfettamente il suo colore, non dà alcun precipitato : riesce discretamente per la colorazione nucleare, ma non arriva all' efficacia dell' ematossilina formica, oltre che le emasie nell' ematossilina fenica 5 : 100 s'impiccioliscono.

Elettivo è poi quel bleu pel nucleo delle emasie modificate dalla soluzione osmica, basta appena acidificare la soluzione con acido formico (1: 4000), per ottenere in meno di un minuto una forte, nitida ed esclusiva colorazione del nucleo in bleu, mentre il resto dell' emasia si può colorare fortemente coi colori acidi, specialmente coll' eosina. Anche quando la modificazione dell' emasia è appena iniziale e la massa cromatica non è isolata, dalla colorazione bleu caratteristica si scorge che in quel posto sta quel nocciuolo, sebbene il limite non fosse reciso verso il resto; anche i nuclei dei leucociti si colorano bene con questo colore ma meno fortemente.

Di un notevole interesse mi è apparsa questa elettività di colorazione nel sangue embrionale quando si può con quel bleu avere in primo tempo, nel primo minuto, la sola colorazione di quel corpicciuolo a diverse fasi di sviluppo, mentre il nucleo dei gigantoblasti non è ancora colorato: ciò che sarà esposto in seguito.

L' apparenza migliore in preparati così ottenuti, si ha sino a che essi sono nelle stesse sostanze coloranti; la colorazione anche doppia si conserva perfettamente, togliendo l' eccesso di liquido, seccando spontaneamente i preparati e chiudendo in balsamo: solo così possono aversi preparati permanenti, non così istruttivi come i detti umidi, ma abbastanza soddisfacenti; essi perdono un poco la precisione dei contorni ed i dettagli dell' intima struttura del nucleo, che invece si apprezza chiaramente nei preparati umidi, appena un minuto dopo l' aggiunta dei due liquidi coloranti.

Se i preparati così colorati si lavano in acqua distillata, i due colori si confondono un poco, anche che il lavaggio sia di pochi secondi. Succede lo stesso chiudendo, anche senza lavaggio di acqua, in glicerina pura. Resistono invece in modo perfetto le forme ematiche e la doppia colorazione distinta, chiudendo senza aver lavato in acqua, nella soluzione satura di acetato di potassa, ovvero in glicerina formica 1 : 100, 1 : 200 e meglio

1: 300; egualmente bene riesce la glicerina borica o la tannica a soluzione satura. Nelle prime ore non si ha alcun cambiamento di quelle belle e precise apparenze, anche per i colori: dopo 24 ore però la doppia colorazione non è più così ben differenziata prevalendo il colore acido che si diffonde e si sovrappone al basico, conservando in acetato di potassa; ovvero il colore nucleare (bleu) che diventa prevalente diffuso per tutta l' emasia (glicerina formica, borica o tannica). Resta quindi, fino a che mezzi migliori non saranno impiegati, lo studio da potersi fare nelle prime ore nei mestrui umidi notati, e quello definitivo che si ottiene colla chiusura a secco.

L' elettività del bleu in parola probabilmente troverà la sua ragione nella composizione chimica speciale del nucleo dell' emasia, cioè dal composto ferroso con cui quel colore ha affinità più degli altri colori; così pure la refrattarietà di colorazione coi liquidi a base di carminio: esporrò dopo lo studio chimico le ricerche che ho fatto a questo proposito, che potrebbero chiarire questi risultati opposti per le sostanze coloranti.

Struttura.

Se come ho detto altre volte, colla soluzione tannica si ottiene nell'emasia la coartazione della massa cromatica contornata da una membrana isolata, ed il tutto spinto più o meno fuori della cellula; se coll' acido picrico si ha spesso ernia dell'apparente membrana nucleare e sovente, oltre la massa cromatica del nucleo ben distinta, anche la costituzione reticolata filare del protoplasma che va a circondare il nucleo con l' apparenza di membrana nucleare; se col liquido di Lugol non solo si hanno i vantaggi ottenuti con l' acido picrico, ma la modificazione è più precisa, le emasie meglio conservate, le colorazioni perfette ed infine la facilità per l'esame chimico della sostanza nucleare, con la soluzione osmica gli svantaggi per la difficile colorazione ecc. sono compensati da una chiarezza maggiore della struttura.

Le emasie sono conservate nel modo migliore, diventano globose, perfettamente rotonde, col contenuto decolorato ma perfettamente omogeneo, sul quale spicca quel corpicciuolo rotondeggiante a contorni precisi, ondulati; la massa cromatica non è coartata affatto, perciò appare meglio nella sua struttura e lo stesso nucleo apparisce più grosso che con gli altri metodi.

Ricerche ulteriori, fatte con più calma, con mezzi migliori ed anche con maggiore competenza della mia, potranno illuminare meglio il quesito dell' intima struttura di questo corpicciuolo: a me è sembrato con l'ingrandimento di circa 1000 diametri (anche al di là coll' immersione omogenea), che la sostanza di questo corpicciuolo ha una fina costituzione granulare, e che specialmente al contorno appare meglio come filare; questa convinzione mi è venuta specialmente quando quel nocciuolo si trova di faccia all' osservatore e quindi si apprezza nella sua maggior estensione; ed anche, come ho detto in altre memorie, allorchè si guarda il bordo libero polare delle emasie estratte nel liquido iodo-iodurato, quando i filamenti sono in parte alla superficie libera.

Del resto i nuclei in riposo, specialmente quelli di cellule vecchie, mostrano poco evidente la costituzione filare per potere obbiettare la poca apparenza filare nel nucleo dell' emasia, il quale nel sangue circolante sarebbe ad uno stato di riposo più spinto che nelle altre cellule per la vita relativamente breve del globulo rosso e per la funzione speciale *ferrifera*, che pare sia la prevalente.

A me è parso probabile, che questo nucleo confermi nella sua parte centrale un piccolo ammasso più resistente, che si colora più fortemente e che potrebbe rappresentare una specie di nucleolo; e sebbene ciò non appaia distinto nei preparati ordinari ben riusciti, mi è sembrato che si possa far risaltare, quando l' azione del mestruo riesce un po' spinta nell' azione emolitica, perchè allora al contrario di ciò che si ottiene nei preparati ben riusciti, in cui tutte le apparenze nucleari sono relativamente

grosse ed eguali tra loro, il nucleo si presenta invece di grandezze molto diverse sino all'apparenza di piccoli granuli polari; con ciò coincide emoglobinolisi più o meno completa ed anche la sostanza filare del protoplasma è in gran parte disciolta.

A comprovare l' esistenza del granulo nucleare, pare che venga la genesi del nucleo persistente nell' emasia nucleata embrionale: allora come si esporrà in seguito, l' inizio di formazione del nucleo persistente si scovre come un granulo nucleolare che si colora perfettamente col bleu caratteristico, e che risalta molto sul colorito bleu meno forte di quell' ispessimento polare in cui quel granulo si apprezza. Mi pare fuori dubbio, che sia quell' apparenza la parte più resistente della sostanza cromatica; e con ciò si spiegano le differenti grandezze in cui il nucleo appare nei preparati poco riusciti, in quelli, cioè, in cui prevale l' azione emolitica dell' acqua.

Relativamente al contorno, che come membrana nucleare circonda la massa cromatica, e che si può più o meno apprezzare secondo i mezzi adoperati, sino ad apparire libera ed indipendente dal reticolo protoplasmatico, anzi fuoruscire dal globulo rosso, contornando la massa cromatica dello stesso, devo ancora una volta manifestare, che nei preparati ben riusciti nell' estrazione picrica, o in liquido di Lugol, quando è appena prevalente l' azione dell' acqua, in modo che il contenuto dell' emasia non appare più omogeneo e spicca invece il reticolo protoplasmatico, la membrana nucleare come tale non esiste, ed il contorno che evidentemente circonda la massa cromatica e ferrosa, si apprezza evidentemente essere la stessa rete protoplasmatica che si continua col resto del reticolo e là si foggia a contorno; ciò è comprovato dal fatto, che quel contorno si tinge coi colori acidi, mentre la massa contenuta si colora coi colori basici nucleari. Ad emoglobina apparentemente intatta, cioè a contenuto omogeneo, si può apprezzare bene il contorno protoplasmatico attorno alla massa nucleare, quando i preparati di sangue cavati nel liquido di Lugol, dopo averli fatti ivi stazionare un tempo sufficiente

(mezz'ora, un'ora, ecc.) s'immergono poi ancora umidi nel bagno di acido tannico (1 : 150).

L'apparente membrana nucleare si apprezza anche bene come contorno reciso verso il contenuto cellulare, ma senza distinzione dalla massa nucleare con cui forma un solo corpo, se al bagno di acido tannico si sostituisce quello di infuso di noce di galla, e ciò nelle emasie ben modificate e fissate, (le altre si raggrinzano), in cui si scorge, oltre il limite reciso di quel corpicciuolo fatto in modo netto dalla membrana, oltre la sua grandezza che appare maggiore, anche un colorito brunastro, cagionato principalmente dalla combinazione dell'acido gallico col composto ferroso, come si esporrà in seguito.

Genesi del nucleo.

La questione della genesi del nucleo dell'emasia circolante dei mammiferi abbisogna di molto materiale per la possibile soluzione, e questo materiale potrà illuminare il quesito nella fase di sviluppo embrionale, quando i globuli rossi sono evidentemente nucleati. È nel sangue embrionale perciò, che io ho fatto da più di un anno, come ho già annunziato in altre memorie, ricerche nelle diverse epcche di sviluppo per possibilmente stabilire se il nucleo *definitivo* sta in rapporto di dipendenza dal *provvisorio*, ovvero ne è indipendente. Già non è più il caso di ritornare sulla questione che il nucleo dell'emasia embrionale si frazioni e sparpagli sotto l'aspetto granulare, scomparendo così come nucleo; o che perda poco per volta la sua affinità per i colori nucleari, essendo quell' apparenza granulare disseminata un prodotto artificiale dei reagenti, e che si può provocare a volontà: basta poi ricordare che col metodo di Nikiforoff non si ha mai l'apparenza di quello sgregamento granulare, mostrandosi nei globuli adulti l'emoglobina perfettamente omogenea e senza alcuna colorazione di granuli speciali; mentre poi modificando la struttura e facendo apparire la massa nascosta di quel nocciuolo,

si ha la colorazione caratteristica dello stesso, con la maggior parte dei colori nucleari.

Nell' anno precedente io aveva a questo scopo studiato il sangue embrionale delle cavie a diverso stadio di sviluppo, dal tempo in cui la maggior parte delle emasie rappresentavano gigantoblasti (nucleati), sino al sangue di feti in cui quasi tutte le emasie rappresentavano normoblasti (anucleati) : queste ricerche avea fatto col liquido di Lugol, facendo poi restare i preparati per 24 ore nella camera umida, metodo che fin allora mi aveva risposto meglio di tutti gli altri.

Costantemente si ha, che il sangue embrionale ha maggiore resistenza, in modo che seguendo le norme come nell'estrazione dal vivo (io infatti il sangue dagli embrioni e feti ho preso immediatamente quando erano ancora vivi, e cosi messo nel liquido iodo-iodurato), i gigantoblasti resistono di più al reagente, arrotondandosi solo un poco; ed anche i normoblasti, allora così giovani mostrano con più difficoltà che nella vita estrauterina la struttura intima, prevalendo l'apparenza omogenea. Diminuendo un poco il valore isotonico del liquido, col far leggermente aumentare la quantità di sangue che si mette nella goccia, si arriva perfino all' apparenza di ombre, ma sovente si hanno gradi di modificazione intermedia, che rivelano nuovi fatti di struttura.

I gigantoblasti si vedono arrotonditi e globosi, il loro nucleo risalta meglio, e se l' emoglobina è un pò diradata, si può sovente apprezzare verso il contorno qualche cosa, che coi metodi ordinarii non appare e che si presenta di grandezza diversa, rispondente alle fasi varie dello sviluppo. In alcuni gigantoblasti si apprezza un ispessimento falcato polare, che in altri gradatamente s' ingrandisce, sino a prendere perfettamente l' apparenza di quel nucleo, che poi costantemente si trova nei normoblasti. Sebbene riesca difficile precisare il graduato ingrossamento di questo corpicciuolo, pure risulta dalle osservazioni ripetute che esso s' ingrandisce sempre più, quanto più il nucleo preesistente

diminuisce nelle sue nitide apparenze, e che diventa grosso come nelle condizioni ordinarie soltanto nei normoblasti, ove non più appare, come si sa, il nucleo preesistente embrionale. Quanto più iniziale è il corpicciuolo che appare nei gigantoblasti, tanto meno vi risalta il potere di tingersi coi colori nucleari, mentre il nucleo embrionale si colora fortemente; ingrandendosi cresce il suo potere di assumere i colori in parola, mentre il resto del corpo cellulare si tinge coi colori acidi, ed il nucleo embrionale gradatamente diminuisce nel suo potere elettivo di tingersi. Quello che si apprezza ordinariamente è, che il nuovo corpicciuolo, che secondo me rappresenterà il nucleo persistente, non ha rapporti di dipendenza dimostrabili col nucleo transitorio embrionale, neanco quando quest' ultimo si sorprende nelle fasi di mitosi. In modo che, senza escludere che possa esservi un rapporto di filiazione tra i due corpi endocellulari, finora io non posso asserirlo , e devo ritenerlo come una formazione indipendente, fino a che nuovi mezzi di ricerca non l' abbiano dimostrato; potrebbero essere piccole masse cromatiche che nei movimenti intimi di mitosi, così attivi nel primo stadio di sviluppo embrionale, si staccano e si raccolgono verso la periferia e poi vi continuano là il loro accrescimento; ma questa o altra supposizione bisogna che sia dimostrata nel fatto.

Dopo il nuovo metodo di estrazione del sangue nella soluzione osmica 1 : 4000, ho voluto ripetere le ricerche sul sangue embrionale con questo mestruo, e manifestai questo mio proposito verbalmente nella comunicazione che feci al Congresso di Medicina interna a Torino.

I risultati ottenuti sono press' a poco identici a quelli ottenuti col liquido di Lugol, ma i particolari più nitidi. Come nuova modificazione si ottiene spesso, che nei gigantoblasti accanto al nucleo embrionale vi è un grosso vacuolo, che non appare col liquido iodo-iodurato, nè col metodo di Nikiforoff; quindi pare che si tratti della cavità preesistente, ove già era annicchiato il nucleo, il quale pel rigonfiamento dell' emasia ed attenuazione

del contenuto è più o meno lussato, pur restando entro la cellula rossa. È con questo metodo, aiutato poi dalla colorazione del bleu caratteristico, che immediatamente si colora soltanto quella parte che corrisponde al nuovo corpicciuolo; e con questi mezzi si apprezza perfino negli ispessimenti falcati appena iniziali, che assumono la tinta bleu, un corpicciuolo granulare centrale, che si colora fortemente e spicca sul resto bleu di quello ispessimento; il nucleo embrionale si colora solo lentamente, specie quando i preparati si chiudono in glicerina. Si può con questi nuovi mezzi seguire meglio l' ingrossamento graduato del corpicciuolo sino all' apparenza di nucleo definitivo, così come appare nei normoblasti della vita estrauterina. (1)

In conclusione, sul fondamento che questo corpicciuolo:

1. ha una resistenza diversa verso i liquidi isotonici, da resistere più del resto del contenuto a quelli con grado isotonico più basso.

2. per la costituzione morfologica speciale diversa dal resto dell' emasia, con grandezza costante se il volume non è attentato dall' azione emolitica, con costituzione granosa-filare, con circoscrizione verso il resto da una specie di membrana.

3. per l' affinità elettiva verso i colori nucleari, mentre gli acidi colorano soltanto il resto.

4. pel suo primo sviluppo embrionale ed ingrandimento successivo, che diventa massimo quando il nucleo embrionale non più appare:

Sono sempre più inclinato di attribuire a questo corpicciuolo

(1) Ho letto ultimamente un sunto della comunicazione di Negri sulle ricerche fatte nell' Istituto di Golgi; in questa comunicazione, fatta all' Accademia di medicina di Pavia nel 20 Gennaio 1899, e riportata dalla Gazzetta degli Ospedali, si confermano tutti i risultati delle mie ricerche, servendosi dei miei metodi; si aggiunge il reperto embrionale, quasi come io l' ho ora descritto, certamente all' insaputa di tutto quello, che io aveva qui mostrato da un anno a varii Colleghi, e che non potei esporre a Torino, ove appena mi fu possibile mostrare il fatto capitale. Aspetterò con interesse l'apprezzamento, cioè il valore che si darà a quel corpicciuolo, da un Istituto così autorevole come quello dell' illustre amico Golgi, che ringrazio pubblicamente per l' incoraggiamento datomi a Torino, e per essere stato il primo a far ripetere le ricerche sull' argomento.

il significato di *nucleo persistente* dell' emasia. E se è a sperare, che con gli studii ulteriori s' arriverà a dimostrare l'attività prolifera mediante le caratteristiche figure cariocinetiche, devo dichiarare fin da ora la convinzione che ho da molto tempo sulla base dei fatti osservati, che tale attività, la quale è la più importante pei nuclei delle cellule, nelle emasie è minima, ovvero è molto sopìta; e che soltanto condizioni imponenti di rigenerazione potranno forse dimostrarla, come a me è sembrato apparire in varie occasioni di rigenerazione rapida, spontanea o sperimentale del sangue.

Lo stato di massimo riposo di questi nuclei, oltre all'essere giustificato dalla vita breve delle emasie, troverebbe forse un'altra ragione nell' attività speciale che hanno questi nuclei la quale diventa predominante sull' attività germinale; attività che appare rivelata dalla composizione chimica speciale di questo microscopico organo.

Chimismo del nucleo

Relativamente agli studii da me fatti sul chimismo del nucleo dell' emasia, e propriamente sul ferro contenutovi, non ripeterò anche oggi le ragioni perchè fui guidato a queste ricerche, avendole già esposte in una delle mie memorie precedenti, quando assoggettai il sangue estratto nel liquido di Lugol alla azione del cloruro di oro, o del nitrato di argento; con cui, ricordo, si ottengono reazioni immediate grossolane, e colorazioni istantanee del nucleo dell' emasia, diverse dal colore della sostanza impiegata, senza che si colorassero il resto del corpuscolo rosso, i nuclei dei leucociti, ecc.

Segnerò i risultati ottenuti con ripetute prove costantemente, assoggettando il sangue modificato nel liquido iodo-iodurato ai varî reagenti del ferro.

Iodo — Già la prima reazione si ha dallo stesso iodo del liquido di Lugol, in cui estratto il sangue, non solo le emasie si

modificano nel senso della loro intima struttura che si rivela, ma si ottiene anche una doppia colorazione, *passiva* e diretta del contenuto cellulare che assume il colorito giallo di oro (al microscopio) del liquido impiegato, *attiva* mediante combinazione chimica col nucleo che prende un bel colorito verde smeraldo sbiadito. I nuclei dei leucociti, come in tutte le altre reazioni, non si colorano affatto in quel senso, meno un poco di colorazione che si avvera nelle loro granulazioni.

Devo qui notare, senza ripeterlo per le altre colorazioni da reazione chimica, che il colorito speciale che si produce immediatamente nella massa nucleare è tanto più nitido e puro, quanto più il nocciuolo è messo a nudo, intravedendosi soltanto quando il diradamento dell' emoglobina è minimo. In quest' ultimo caso il colorito puro è nascosto, velato dal colorito del protoplasma e paraplasma che lo circondano; succede precisamente lo stesso di quello che si ottiene con le colorazioni ordinarie semplici o doppie, quando col sollevare il tubo del microscopio il colore assunto dal nucleo non appare più caratteristico, anzi può perfino prevalere il colore acido impiegato; è chiaro che allora si apprezza il colorito di ciò che circonda il nucleo; se invece si abbassa il tubo, arrivando proprio alla distanza focale dello stesso, risalta il colorito nucleare caratteristico.

Come è risaputo in Chimica, questo colorito verdognolo indotto dal iodo corrisponde a quello del protoioduro di ferro idrato, essendo questo composto bianco quando è anidro. Se i preparati ottenuti si lavano in acqua distillata, il colorito verde del nucleo appare meglio. Se invece i preparati, dopo averli lavati o no in acqua, si essiccano all' ambiente, il colorito verdognolo del nucleo scompare, apparendo invece biancastro, come si apprezza bene quando si chiudono in balsamo.

Cloro — Ai vapori di cloro istantaneamente lo straterello della miscela (sangue-Lugol) prende un colorito rosso-giallo-bruno, il quale quasi colla stessa rapidità scompare (iodo che si mette in libertà, sostituito dal cloro). I preparati possono restare

anche un' ora sotto l'azione di questi vapori; lo strato della miscela resta incolore ed è leggermente opacato; le emasie sono discretamente conservate, sovente con formazione di grossi vacuoli: i leucociti, anche conservati, presentano il nucleo incolore, mentre il nucleo delle emasie è di un verde-celeste carico splendente, quasi come zaffiro.

I preparati devono essere chiusi direttamente in glicerina; l' acqua non solo cagiona emolisi più o meno spinta, ma sbiadisce, sciogliendolo, anche il colorito ottenuto nei nuclei dei corpuscoli rossi.

Acqua di cloro — Bagno di 3 a 4 minuti. Nell' atto dell'immersione delle lastrine, appare un colorito rosso-giallo-bruno dello straterello, specialmente ai bordi; questo colorito però poco per volta scompare. Si formano molte ombre, ma parecchie emasie, le meglio fissate precedentemente, si conservano benino; quelle della periferia che sono le più fissate per l' iniziale disseccamento, sono di un forte giallo diffuso, che poco per volta scompare in acqua ed anche in glicerina (colorate dal iodo in eccesso messo in libertà). I leucociti sono incolori, con apparenza di coagulazione del contenuto; i nuclei delle emasie ben conservate, sono colorati in celeste verdastro.

Acido cloridrico (25 °/₀) — Immersi i preparati, che devono essere in via di essiccamento, diversamente le emasie diventano ombre, non appare un evidente cambiamento di colorito; le emasie che resistono presentano il loro nucleo colorato in celeste verdognolo; anche i nuclei dei leucociti sono bellamente colorati allo stesso modo, per la dissoluzione estesa delle emasie, e quindi per colorazione passiva dal colore di molti nuclei dei corpuscoli rossi disciolti.

Sublimato corrosivo (soluzione minore Bizzozero) — Nel bagno immediatamente, come ho detto altrove, si ha colorito rossigno (formazione di bioduro di mercurio dal jodo che vien messo in libertà); è soverchio ripetere che tutto lo straterello è ben

conservato; soltanto il nucleo delle emasie è colorato in celeste carico, bluastro; i nuclei dei leucociti incolori.

Cloruro di sodio (0,70 °/o) — Appena in questa soluzione si staccano i due covroggetti, la stratarello si colora in rosso-giallo-bruno, che poco per volta scompare. Le emasie sono conservate nel modo più perfetto; i nuclei dei leucociti incolori, mentre quelli delle emasie assumono il colorito verde-bluastro del cloruro ferroso che si forma. Con questa soluzione quindi si ottiene la reazione più spiccata, più esclusiva ai nuclei delle emasie dietro l'azione del cloro, in confronto delle quattro reazioni precedenti, e si ha il grande vantaggio della conservazione più perfetta della parte corpuscolare del sangue.

Anidride solforosa — Esposto lo stratarello di sangue per pochi minuti ai vapori solforosi, le poche emasie ben fissate sono rispettate, il resto diventa ombre; le prime mostrano il nucleo di un colorito verde-nerastro (solfuro di ferro); nessuna colorazione dell'emoglobina; sovente i nuclei dei leucociti sono colorati anche in bruno per la rapida emolisi cagionata dai vapori dell'acido.

Soluzione di anidride solforosa (1 : 100) — I preparati anche tenuti un minuto in questo bagno, mostrano in generale dissoluzione delle emasie; però quelle ben fissate sono per lo più rispettate, e mostrano esse sole il nucleo di un colorito verde-nerastro.

Idrogeno solforato (1 : 100) — Le emasie resistono un po' meglio in questa soluzione, ma una buona parte di esse si mostra deformata: anche qui il nucleo dei corpuscoli rossi è colorato in verde nerastro.

Solfuro di ammonio (1 : 100) — Bagno sino a mezz'ora; in generale le emasie sono rispettate; l'emoglobina si colora in giallognolo (colore della soluzione), mentre vi risalta il colorito verde-nero del nucleo.

Acido solforico (25 °/o) — In questo bagno, che rispetta perfettamente le emasie, il nucleo delle stesse si colora in forte verde-mare (solfato di ferro); quasi nessuna colorazione dell'emo-

globina; i nuclei dei leucociti non si colorano affatto, si colorano invece le loro granulazioni. Se i preparati si assoggettano ad un bagno prolungato in acqua distillata, il colorito del nucleo dell'emasia sbiadisce notevolmente, mentre si colorano un poco in quel senso i nuclei dei leucociti.

Acido osmico (1 : 1000) — Le forme cellulari restano perfettamente conservate; il solo nucleo dell' emasia si colora in verde bruno torbido: noto, che questa reazione ho ottenuto trattando i composti a minimo di ferro coll' acido osmico.

Che se il sangue invece di estrarlo nel liquido di Lugol, si estrae nella soluzione tannica (1 : 150) e poi si assoggetta al bagno osmico 1 : 1000 (anche ad una diluizione molto maggiore) immediatamente comincia un intorbidamento nerastro che poi cresce, ed il liquido del bagno mostra un precipitato nero granulare; dopo aver lavato il covroggetti, il precipitato si allontana, ma lo stratarello resta di color nerastro; questo colorito al microscopio è giustificato dalla colorazione nerastra esclusiva ai nuclei delle emasie, contornati dalla membrana; il contenuto del globulo rosso è quasi incolore; ed aggiungendovi eosina si ha una doppia colorazione bellissima; il corpo dell'emasia è roseo, mentre la massa nucleare è di un giallo-bruno quasi nero, attorno a cui spicca, come si ottiene con questo metodo, la membrana nucleare. Per rendermi ragione di questa colorazione ho fatto delle prove, dalle quali è risultato che se l'acido tannico comincia ad annerire coll' aggiunta dell' acido osmico, questo annerimento diventa molto più forte se vi si aggiunge anche un composto a minimo di ferro; si spiega con ciò, perchè è il nucleo dell'emasia che a preferenza si annerisce così fortemente.

Acido gallico (1 : 100)—In questo bagno le emasie resistono anche meglio, quando sono ben fissate dall'incipiente essiccamento; si rigonfiano un poco. Il solo nucleo dell' emasia si colora gradatamente in bruno, che dopo diventa nerastro; questo colorito resiste bene all' essiccamento, e si apprezza perfettamente nei preparati chiusi in balsamo.

Acido tannico (1 : 150)—Si ottiene press'a poco la stessa reazione dell'acido gallico, ma meno forte; il nucleo dell'emasia prende un colorito grigio-scuro e poi gradatamente più bruno; ma non arriva mai al nerastro, che si ha invece coll'acido gallico.

Acido pirogallico (1 : 150) — Quando il preparato di sangue ottenuto dall'estrazione in Lugol si è fatto da pochi minuti, le emasie si dissolvono facilmente; se invece si è ottenuta la fissità maggiore nella camera umida per 24 ore, e dopo al preparato (compreso tra i due covrogetti) si fa subire l'iniziale essiccamento ai bordi, le emasie allora resistono bene alla soluzione di pirogallolo, e si ottiene la reazione immediata, colorandosi il nucleo dell'emasia in bleu-violaceo forte, mentre tutto il resto rimane incolore; dopo pochi minuti la soluzione di pirogallolo comincia ad ingiallire per la formazione di pirogallina, ed allora l'emoglobina si colora in giallo, e così anche i leucociti, specialmente i loro nuclei; il nucleo dell'emasia diventa invece sempre più colorato in bleu. Così con un *liquido perfettamente incolore si ha in pochi minuti una bella colorazione doppia*, meglio che con altre sostanze coloranti; la colorazione immediata è dovuta ad intima azione chimica, la colorazione ulteriore è passiva.

Se ai preparati così trattati si fa il bagno di ammoniaca (1 : 10), il colorito del nucleo dell'emasia diventa immediatamente molto più carico di un bleu-nero.

Ed a questo proposito mi permetto ricordare a chi avesse potuto dimenticare queste nozioni di chimica, che le reazioni colorate ottenute colla soluzione di pirogallolo, sono precisamente quelle che la chimica designa per l'azione dello stesso sui composti a minimo di ferro, compresovi anche il colore più scuro che si ottiene per l'aggiunta dell'ammoniaca.

Infuso a freddo di noce di galla—Se il preparato è ancora molto umido, la maggior parte delle emasie si raggrinzano e deformano; le poche fissate si rigonfiano un poco e mostrano bene la massa nucleare, per lo più verso la periferia, ordinaria-

mente circoscritta e circondata da un alone (membrana) recisamente distinto verso il contenuto cellulare, invece concresciuto colla massa nucleare: questa in primo tempo appena imbrunisce, ma gradatamente il colore diviene sempre più carico di un giallo nerastro. Se il preparato si assoggetta all' iniziale essiccamento, le emasie sono meglio rispettate, e quindi la reazione più evidente e frequente.

Potassa caustica (1 : 3)—Il preparato è perfettamente conservato; le emasie si impiccioliscono leggermente; il loro nucleo già verdognolo (ioduro di ferro) non cambia colore, invece il colorito verde diventa evidentemente più intenso. Questi preparati bisogna chiuderli direttamente in glicerina, quando sono ancora umidi della soluzione impiegata; come era da aspettarsi, il lavaggio in acqua dissolve tutto.

Ferricianuro di potassio (1 : 100)—Le emasie si impiccioliscono un poco, ma non si deformano affatto; immediatamente il nucleo delle emasie diventa bluastro, colore che in meno di un minuto diventa bleu; l' emoglobina prende il colorito giallo della soluzione impiegata; nessuna colorazione oltre della gialla nei leucociti.

Ferrocianuro di potassio (10 : 100)—Press' a poco lo stesso effetto di conservazione e lieve impicciolimento dell'emasia. Anche con questo reagente il solo nucleo dell' emasia si colora in bleu, forse un po' meno rapidamente che col ferricianuro; l' emoglobina prende il colore giallo sbiadito della soluzione; anche qui manca la colorazione dei nuclei dei leucociti.

Tanto col prussiato rosso, che col prussiato giallo di potassa, la classica reazione è molto nitida, quando la modificazione del sangue è un poco più spinta; allora le emasie appariscono più grosse e si vede distinta la massa nucleare bleu sul reticolo protoplasmatico gialliccio.

Dopo il già esposto, si spiegano anche le colorazioni primitive immediate, che io aveva ottenuto col cloruro di oro (verde-

celeste, formazione di protocloruro di ferro) e col nitrato di argento, con cui si può indurre e spiegare quel colorito verde-bottiglia per le reazioni varie che intervengono ; bisogna poi aggiungere l'azione riducente della luce, che gradatamente imbrunisce i colori ottenuti in primo tempo.

Devo notare, che le colorazioni del nucleo dell' emasia, ottenute coi suddetti reagenti, permettono la colorazione doppia coll' eosina, auranzia, ecc; e si conservano perfettamente in glicerina : sin oggi ho potuto trovare conservata la colorazione anche dopo otto mesi.

Tutte le reazioni ottenute, dimostrando che nell'emasia, soltanto in quel corpicciolo si ottengono le reazioni coi reagenti del ferro, mentre mancano nel resto del contenuto, confermano in modo assoluto che *quel nocciolo è essenzialmente diverso dall' emoglobina ;* cadono perciò definitivamente tutte le obbiezioni mosse in proposito.

Per le stesse reazioni si deve conchiudere che quel ferro deve trovarsi allo stato di *un composto a minimo.* Infatti, specialmente la potassa che inverdisce, mentre coi composti a massimo arrossisce, il ferricianuro di potassio che dà colorito bleu, mentre non lo darebbe se si trattasse di un composto a massimo, il pirogallolo che dà un colorito violaceo-bleu, mentre coi composti a massimo arrossisce; il colorito verde-celeste col cloro, mentre dovrebbe darlo rosso-scuro nei composti ferrici ; il colorito bruno sino al nerastro che dà l' acido gallico, etc. soltanto gradatamente, come succede coi composti a minimo di ferro, mentre con quelli a massimo si ha immediatamente color nero carico, sono tali fatti chimici che stabiliscono contenersi nel nucleo dell' emasia un composto di ferro a minimo, cioè allo stato *ferroso.* La sola contraddizione che appare per la reazione immediata in bleu che si ha anche dal ferrocianuro di potassio, che, come si sa, dimostrerebbe trattarsi di un composto a massimo di ferro, svanisce, ricordando il modo facile di preparare il bleu di Prussia solubile, messo avanti da Reade, facendo cioè agire il prus-

siato giallo di potassa sul ioduro di ferro con eccesso di iodo; lo stesso deve avverarsi del protoioduro di ferro che si forma nel nucleo dell' emasia, perchè allora lo stratarello della miscela contiene iodo in eccesso (liquido iodo-iodurato); infatti, se il sangue cavato in Lugol si tiene prolungatamente in un bagno di acqua e poi si assoggetta alla reazione del ferrocianuro, questa è debole, la colorazione bleu non è forte e si fa soltanto lentamente.

Stabiliti i due fatti: 1° che quel corpicciuolo scoverto nell' emasia, oltre a sostanza cromatica nucleare, contiene un composto *ferroso:* 2° che tutto il suo contenuto, compreso quindi il composto ferroso, è solubile in acqua; si possono mettere le altre due quistioni sulla *natura* di quel composto ferroso e sul suo *significato.*

Per rispondere al primo quesito bisogna partire dai due fatti suddetti, che si tratta di un composto ferroso, il quale è solubile in acqua.

Già il fatto, che il iodo (liquido di Lugol) vi si combina facilmente ed immediatamente, fa inclinare all'esclusione di composti a minimo di ferro, difficili ad essere decomposti e sostituiti nella parte alogena dal iodo. Si deve trattare di composti ferrosi che facilmente si combinano col iodo; e nel caso attuale è probabile, che il composto ferroso sia un composto organico, o un composto con acidi deboli (acido carbonico). E veramente col trovarsi tale composto nell' emasia e propriamente nel nucleo della stessa, giustificherebbe meglio la natura organica del composto ferroso. Allora si potrebbe, a mio avviso, discutere su composti ferrosi con gli acidi organici dell' organismo (lattico, fosfo-glicerico, nucleina ed acido nucleinico, ecc.); si potrebbe mettere in discussione anche il carbonato ferroso, perchè sebbene questo sia insolubile, potrebbe divenirlo, in presenza di acido carbonico libero, come bicarbonato ferroso; e nel sangue vi è l' anidride carbonica libera.

Senonchè io sono indotto ad escludere con molta probabilità la natura di carbonato ferroso, perchè trattandosi di un cor-

picciuolo che ha le qualità del nucleo, e quindi nucleina, questa che ha reazione acida, non rispetterebbe il carbonato ferroso, perchè probabilmente lo decomporrebbe. Per i composti ferrosi, con acidi organici non se ne può fare l' esclusione assoluta; ma tenendo conto, che la loro presenza sarebbe meno giustificata di quella di altre sostanze acide che vi si trovano essenzialmente, ed alla poca solubilità di alcuni di quei composti ferrosi (lattato ferroso) si potrebbero anche escludere con probabilità.

Resterebbe quindi, o ricorrere ad un *fosfato-glicerico ferroso*, il quale è solubile e che sarebbe giustificato dal fosforo della nucleina; ovvero addirittura un composto ferroso fatto dalla nucleina in massa, la quale, è sempre acida, coll' ossido ferroso. E se non ancora è conosciuto, se questo possibile *nucleinato ferroso* sia solubile, il ferro in esso contenuto potrebbe passare in soluzione per opera dell' anidride carbonica libera, che finirebbe col trasformarlo in bicarbonato ferroso. La natura di nucleinato di ferro troverebbe il riscontro in simili composti di nucleina con ferro, che si trovano nel tuorlo dell' uovo, nel fegato fetale; in questi casi, come è stato dimostrato, il ferro si trova soltanto nei prodotti nucleinici di questi organi.

In conclusione, come risposta al primo quesito, basando sulla natura nucleare da me ritenuta di quel corpicciuolo, si potrebbe sostenere che quel composto ferroso ivi solo esistente nell' emasia fosse un *nucleinato ferroso*, ovvero anche un sale ferroso di un acido complesso, come p. es. un *glicero-fosfato ferroso*. Come che sarà per essere definita tale questione, risalta sempre l' attività speciale di quel corpicciuolo, sia soltanto un organo speciale, ovvero, come io ritengo, un nucleo con attività speciale, la proprietà cioè, di *assumere elettivamente il ferro*, che continuamente s'introduce nell'organismo e di trasformarlo in *composto ferroso*.

La natura ferrosa del composto, e la combinazione dell' ossido con l'acido fosfo-glicerico, o col complesso di sostanze organiche a reazione acida, nucleina, potrebbero un poco rischiarare il secondo quesito.

Trattandosi di un composto ferroso, probabilmente di sostanze che hanno debole natura acida, e quindi facilmente decomponibili e reazionabili, questo corpicciuolo dell' emasia cederebbe facilmente l' ossido di ferro. D' altra parte l' ossido ferroso, come si sa, è una base molto più energica dell' ossido ferrico, quindi ha una potenza maggiore di combinarsi con le limitrofe sostanze organiche più o meno acide. Non potrebbe ciò spiegare la genesi dell' emoglobina, per la facilità con cui la globulina assumerebbe da queste nucleine ferrose il ferro?

In questa ipotesi, il ferro sarebbe preso dal nucleo dell' emasia, il quale più che da nucleo figurerebbe da *organo ferrifero*, e quivi trasformato in composto ferroso poco stabile, caduco; si metterebbe perciò nelle condizioni favorevoli di passare a combinarsi colla globulina entro il corpo del globulo rosso.

La natura ferrosa potrebbe anche spiegare meglio *l'assorbimento dell' ossigeno*, essendo i composti ferrosi avidi di questo gas per trasformarsi in ferrici. E così ancora di tanti altri quesiti che verranno in campo per chiarire la fisio-patologia del sangue da questo nuovo punto di vista.

La presenza del composto ferroso nel nucleo dell' emasia, facendomi venire il sospetto che tale sostanza avesse potuto influire sul modo speciale di comportarsi della massa di questo nucleo verso le sostanze coloranti comuni, mi spinse a fare ricerche speciali in proposito.

Ricordo che la massa di quel nucleo in generale si comporta come la cromatina con tutte le sostanze coloranti nucleari; soltanto essa è refrattaria o quasi alla colorazione del carminio ed anche in parte della cocciniglia; mostra poi un' affinità speciale, elettiva, per alcuni colori di anilina, specialmente col bleu notato. Ho preso allora una quantità di provette nelle quali ho versato una debole soluzione di un composto a minimo di ferro (solfato di protossido di ferro), e facendo restare le stesse immobili nella rastrelliera, ho fatto cadere a goccia, strisciando nella

parete interna della provetta poche gocce delle varie soluzioni coloranti. Tutti i preparati di carminio, che usiamo in tecnica, compreso il formio-carminio, restano a galla, dando immediatamente un intorbidamento granulare e filamentoso nel limite di contatto colla soluzione ferrosa; il colorito del carminio cambia poco, diventando sporco come feccia di vino; non vi ha ombra di colorazione della soluzione ferrosa, ed il liquido di carminio divenendo granoso e filamentoso successivamente nel limite di contatto, poco per volta scende nel fondo della provetta, perfettamente separato e distinto dal liquido ferroso sovrastante: in modo che si stabilisce la nessuna solubilità tra i liquidi di carminio ed il liquido ferroso. Press' a poco nello stesso modo si comporta la soluzione di cocciniglia, ma più lentamente, e quando tutto il precipitato va in fondo, prende un colore nerastro, non feccia di vino. L' ematossilina alluminata non precipita, conserva lo stesso colore e si mantiene a galla; nelle prime ore il limite colla soluzione ferrosa non è più reciso, apparendo come leggermente colorato lo strato limitante; ma nel giorno seguente l' ematossilina si trova in gran parte decolorata, appena colorata di un lieve giallo-verdognolo la soluzione ferrosa, e nel fondo si apprezza poco precipitato granulare violaceo-oscuro.

I colori di anilina invece, ed io ho fatto lo sperimento con un buon numero di essi, specialmente colle diverse specie di bleu, in generale restano a galla, non cambiano il colore, non precipitano, e solo lentamente si sciolgono nella soluzione ferrosa, che colorano nel loro senso; anche dopo 24 ore la maggior parte della soluzione colorante resta a galla, e solo gli strati limitrofi della soluzione ferrosa sono colorati; è soverchio aggiungere che se in queste sperienze si agitano le provette, i due liquidi si mescolano, avendosi intorbidamento e precipitato, che poi si raccoglie in fondo, col carminio e cocciniglia, ed ottenendosi invece una soluzione perfetta coi colori di anilina; l'ematossilina, se si agita la provetta si scioglie perfettamente senza perdere il colore, il quale lentamente sbiadisce, e dopo un giorno fa trovare la solu-

zione in gran parte decolorata, con poco precipitato granulare, come si è notato in sopra. A differenza di tutte le altre sostanze coloranti si comporta il *bleu fin en grains;* con poche gocce della sua soluzione acquosa, facendole sempre cadere strisciando ed a provetta immobile nella soluzione ferrosa, immediatamente il colore scende nella soluzione, senza perdere il colorito e senza traccia di intorbidamento; dopo pochi minuti quasi tutta la massa della soluzione ferrosa è colorata in bleu: nessun altro colore di anilina fa questo; come si è notato, essi restano or a galla per varie ore, e dopo un giorno soltanto la parte superiore della soluzione si è colorata.

Questi fatti, a me sembra, deponendo per l'affinità che vi è tra i colori ed i composti ferrosi, per cui essi assumono e si colorano facilmente cogli uni, mentre non si colorano affatto con altri, rendono ragione della grande facilità ed elettività con cui quel composto ferroso del nucleo si assume il colorito di quel bleu speciale, un po' meno quello degli altri colori di anilina, discretamente l' ematossilina, poco o nulla la cocciniglia, recisamente nulla i composti di carminio.

Applicazioni cliniche.

Lo scarso numero di osservazioni cliniche, comprovato da una serie di sperimenti che finora mi è stato permesso di fare, e che già ho accennato in altre memorie, se non danno il dritto a conclusioni positive, apriranno, spero, il campo a molteplici ricerche, muovendo da questi nuovi punti di vista.

Noterò quindi come argomenti da studiare alcuni problemi, che io ho appena sfiorato e che hanno bisogno di ricerche numerose, continuate per poter arrivare a conclusioni praticamente utili.

La 1ª quistione bisogna mettere sulla possibilità della genesi del sangue nello stesso sangue circolante nella vita estrauterina: 2ª sulla resistenza del sangue, e sua coagulabilità: valore per

la diagnosi e prognosi : 3ª sui rapporti del nucleo dell'emasia col ritenuto parassita della malaria : 4° sulle varianti del composto ferroso nelle anemie e sulla terapia.

Rigenerazione—Se quel corpicciuolo scoverto risponde anche come le sostanze cromatiche, nucleari, pur mostrandosi nelle condizioni ordinarie allo stato di riposo, non dovrebbe essere impossibile che in condizioni straordinarie possa ridestare l'attività germinale, e mettere quindi anche lo stesso sangue circolante nelle condizioni di fonte emopoietica. Perchè ciò potesse essere dimostrato, si dovrebbe avere l'opportunità di sorprendere le diverse fasi dei cambiamenti attivi cariocinetici, così come si è abituati a riscontrare nei tessuti in generale. Già il trovare nelle profonde anemie un certo numero di globuli rossi nucleati, come da molto tempo era stato dimostrato nel sangue semplicemente estratto, potrebbe anche far ritenere che il nucleo dell'emasia nascosto ed in riposo, si modifica attivamente; e che probabilmente, per l'attività formativa che si risveglia, appare, anche attraverso il protoplasma e il paraplasma che lo circondano nelle condizioni ordinarie, diradandoli, scostandoli. Anche io ho potuto avere qualcuno di questi casi; e poi mi è parso coi metodi speciali poter seguire e far risaltare meglio tali cambiamenti attivi, specialmente nella gravidanza, nella rigenerazione del sangue dietro ripetuti salassi, e principalmente in un caso di malaria quotidiana che datava da quasi un mese, in cui il sangue mostrò il nucleo dei corpuscoli rossi con varie fasi di ingrossamento, con più forte e caratteristica colorazione, con apparenze di mitosi, con divisione in nuclei figli, 2, 4 ed anche più : ed in questo caso si potevano seguire le fasi progressive del nucleo dell'emasia, anche con i caratteri proprii di colorazione, in modo che io mi sentiva autorizzato ad escludere che fosse l'apparenza della moltiplicazione del ritenuto parassita della malaria. L'argomento però è molto grave, ed è a sperare, che lavorando con questo indirizzo si potrà più tardi stabilire, se realmente il sangue cir-

colante dell' adulto possa eccezionalmente mostrare la rigenerazione, e contribuire anche come fonte emopoietica: anzi potrebbe anche essere possibile, per certe apparenze di nuclei delle emasie nelle condizioni fisiologiche, che anche normalmente il sangue circolante contribuisca alla sua rigenerazione, sebbene in modo insensibile.

Resistenza del sangue e sua coagulabilità. Valore per la diagnosi e prognosi—L'estrazione del sangue vivo nel liquido iodo-iodurato, nella soluzione osmica, etc; oltre il mettere allo scoverto l'intima struttura dell'emasia, ha pure il vantaggio di segnare con grande sensibilità la resistenza dei corpuscoli rossi.

Così, per l' uomo basta il liquido non perfetto, anche che, dopo averlo ripetutamente usato, abbia perduto per evaporazione del iodo, ovvero un poco di sangue in eccesso che si estrae nel mestruo, o lo stesso alito del ricercatore con cui vien cresciuta l' acqua nella goccia applicata sul sito da pungersi, per dare emolisi più o meno spinta; ciò che si apprezza prima ad occhio nudo per l' intorbidamento accentuato dello stratarello, e poi si conferma con l' osservazione microscopica. Ed a questo proposito devo riferire il fatto, che per un certo tempo non sapevo spiegare, cioè, che nella stagione invernale, essendo la temperatura della mia stanza di lavoro al di sotto di 15° c., i preparati fatti con tutte le norme ordinariamente non mi riuscivano; era il vapore acqueo della mia aria espirata, che precipitandosi, diminuiva il valore isotonico del liquido di Lugol; da ciò edotto, cominciai a trattenere il respiro, ed i preparati riuscirono non perfetti, ma meno rovinati.

Soltanto dopo che l'ambiente della stanza oltrepassò i 15° c. i preparati cominciarono a riuscire un po' meglio e da 18° c. in poi benino; così potei ricominciare le mie ricerche, (dopo che le condizioni del bilancio del mio Istituto non mi avevano permesso il lusso di una stufa), senza perder tempo, ottenendo sempre preparati soddisfacenti. Ho voluto notar ciò per rilevare la grande sensibilità dei liquidi impiegati in rapporto alla resisten-

za dell' emasia del sangue dell' uomo sano. Su questa base si potrà più tardi mettere questi reagenti per stabilire l' isotonia del sangue nei varî stati morbosi; così come io ho dovuto diminuire p. es. il titolo del iodo quando si tratta di mammiferi con emasie più resistenti (cane), ovvero aumentarlo gradatamente, quando si ha a fare con altri che le hanno meno resistenti (coniglio, cavia, topo, cavallo, capra).

Al proposito ho incaricato il mio Assistente Dottor Salvatore Drago per fare, sotto la mia direzione, queste ricerche di isotonia in provette, ed egli ha potuto ottenere risultati istruttivi, che saranno al più presto resi di pubblica ragione.

Pel momento io posso annunziare di aver potuto sperimentalmente e clinicamente stabilire fin dal momento dell' estrazione del sangue, nel liquido proprio a ciascun animale, fatto sempre colle norme più scrupolose e con prove ripetute, il grado della resistenza; se era normale, ovvero cresciuta o diminuita, sino a poter apprezzar i gradi più bassi d' isotonia con l' esame microscopico: e come esame spicciativo, immediato, credo, che sia molto utile, sebbene vi manchi quella precisione, che potrà stabilirsi soltanto con metodi speciali, ma più lunghi.

E siccome per i nuovi reperti non si dovrebbe far più calcolo soltanto della colorazione, o non, del liquido isotonico, e del deposito più o meno abbondante del sedimento corpuscolare, ma anche del reperto istologico, nel quale è di un notevole interesse quella modificazione che fa risaltare la struttura, potrebbero le pratiche per l'isotonia modificarsi, in modo da stabilire una *isotonia massima* o *iperisotonia* quando le emasie restano omogenee, così come appariscono nel sangue circolante; *isotonia media* o *strutturale*, quando le emasie si conservano nel mestruo, ma risalta la loro struttura; *isotonia minima* o *ipoisotonia*, quando il guscio dell'emasia è conservato, ma è avvenuta la risoluzione completa o quasi del contenuto (formazione di ombre). Con questo indirizzo il liquido di Lugol sarebbe il liquido di isotonia media, strutturale pel sangue dell'uomo sano, s'intende mescolato nella

quantità dovuta (la quale si sta esattamente determinando dal mio egregio assistente Dottor Drago): aggiungendo poco iodo il liquido diventa iperisotonico; aggiungendo appena acqua diventa emolitico, di isotonia minima. Devo dire lo stesso per la soluzione osmica, la quale al titolo 1 : 600, come era risaputo, ha il valore isotonico massimo: al titolo di 1: 4000, ha il valore isotonico strutturale: al di là di 1: 6000 diventa emolitico.

L'apprezzamento immediato della resistenza dei globuli rossi ottenuto a questo modo, accompagnandosi costantemente coll' altro della coagulabilità del sangue, per cui si può stabilire, che *il valore isotonico è in ragione inversa della coagulabilità*, mentre conferma la teoria, che la fuoruscita del contenuto dei corpuscoli rossi rappresenta la ragione principale della coagulazione del sangue, permette al clinico di giudicare sollecitamente colla sola osservazione di isotonia microscopica, ovvero colla coagulabilità, il grado di alterazione del sangue. Che il sangue di varii mammiferi sani confermi ciò, è dimostrato da varie osservazioni comparate; così il sangue del cane che ha un valore isotonico maggiore di quello dell'uomo comincia a coagulare dopo 30 secondi, mentre nell'uomo il coagulo comincia dopo 25; ed il sangue del coniglio che ha un potere isotonico ancora minore, comincia a coagulare dopo 15 secondi: negli ultimi tempi ho ripetuto varie volte le osservazioni in proposito con risultati costanti.

Mi pare soverchio poi ricordare, che negli avvelenamenti del sangue (pirogallolo, ecc.) quando il valore isotonico scende molto basso, la coagulabilità è rapidissima ed abbondante; mi piace però far rilevare il fatto, che un cane fatto morsicare da una vipera, per cui ne moriva in meno di due ore coi sintomi più gravi di avvelenamento, esaminandosi il sangue, dopo un' ora dalla morsicatura, nel liquido iodo-iodurato appropriato pel cane, e poi anche nel Lugol uomo, coniglio ecc., la maggior parte delle emasie apparivano come ombre, ed il sangue coagulava dopo 9-10 secondi. Ultimamente in un caso di scorbuto grave, studiato dai miei Assistenti dottori S. Drago e A. Motta Coco,

e che già ha condotto a morte l' inferma, non era possibile nei varii giorni di estrazione del sangue avere preparati soddisfacenti nel liquido di Lugol: sempre circondandosi di tutte le cautele, la maggior parte delle emasie mostrava emolisi più o meno completa ; contemporaneamente nei quattro giorni di osservazione si è saggiata la coagulabilità del sangue, che è cominciata sempre non appena trascorsi cinque secondi, e nell' ultimo giorno, poche ore prima della morte, appena dopo quattro secondi. Così si deve spiegare, come ho detto altre volte, che nella clorosi, con tutta la diminuzione dell' emoglobina, il sangue coagula più presto; in questo caso la quantità di emoglobina è minore, ma la sua affinità, coesione nell' emasia, è molto minore che nello stato normale, come si conferma coll' isotonia microscopica; e perciò il liberarsi più facilmente dovrebbe spiegare la precocità della coagulazione.

In conclusione si può, a parer mio, con questi metodi di ricerca dedurre con anticipazione lo stato dell' alterazione del sangue, specialmente nei morbi infettivi acuti, nei quali in primo tempo sono attaccate a preferenza le emasie, basandosi sull' isotonia microscopica e sulla coagulabilità. Quanto più diminuisce questo potere isotonico, e quindi quanto più rapidamente il sangue coagula, tanto più profonda deve essere l' alterazione del sangue, da cui s' induce la gravezza del processo infettivo.

Rapporto col parassita della malaria—Per la questione etiologica della malaria sono costretto anche oggi a continuare nel dubbio manifestato ripetute volte, perchè anche le ultime ricerche, a parer mio, non lo dileguano. Se è vera la presenza del nucleo, o dicasi anche un corpicciuolo speciale che però contiene sostanza cromatica, oltre il composto ferroso, il dubbio deve persistere, essendo la mancanza ritenuta del nucleo nell'emasia dell' uomo, che fece essenzialmente dare il valore di forme vive, rizopodi, a quelle apparenze nella malaria, perchè avevano entro un piccolo ammasso di sostanza cromatica, anche a coloro che non si credevano obbligati a ritenere il parassita da tanti altri studia-

to ed ammesso. Tali Autori, e nomino specialmente il mio amico prof. Grassi, si espressero così recisamente, che dopo il nuovo reperto del globulo rosso, dovrebbero ritornare nel dubbio. Perciò, io credo, che si debba andare in cerca di altri argomenti.

Tanto più che il reperto dei ritenuti parassiti endoglobulari a preferenza alla periferia del globulo, la poca affinità pel carminio, l' apparenza omogenea e circoscritta del corpo nucleoliforme se si ha il contorno di una membrana, ovvero il continuarsi della sostanza cromatica con fili alla periferia se la membrana non appare, ed infine l' ottenere quelle apparenze preferibilmente allorchè si sono impiegati dei mezzi che hanno agito sulle emasie diradandone più o meno il contenuto (acido acetico col bleu di metile disseccato, ovvero alito e quindi vapore acqueo sul covrogetti, o infine soluzione acquosa allungatissima di bleu di metile), sono fatti che trovano il riscontro nei globuli rossi dell' uomo sano trattati con i mestrui notati. L'agente malarico, quale che esso sia, indubitatamente attacca un certo numero di emasie; non sarebbe quindi difficile il concepire che anche non impiegando alcun mestruo, il sangue mostri nelle emasie meno resistenti, più alterate, apparenze che sarebbero in nesso con le alterazioni della massa contenuta nel corpuscolo rosso, vuol dire contenuto protoplasmatico e nucleo: insomma il potere isotonico abbassato e poi anche i mezzi impiegati dagli studiosi avrebbero agevolato l' apparizione di forme speciali anche nel sangue semplicemente estratto.

Avendo potuto osservare soltanto il sangue di pochi malati di malaria ed in condizioni molto sfavorevoli, pel momento potrò riferire soltanto ciò che chiaramente mi è apparso nel sangue di un malarico con quotidiana irregolare che durava da un mese questa occasione mi è stata data dall'amico prof. Feletti, il quale aveva già praticato l' esame del sangue, trovandovi un' infezione mista (laveranie e forme di terzana). Estratto il sangue semplicemente ho potuto confermare il reperto microscopico del collega Feletti.

Estratto invece il sangue col liquido di Lugol, una quantità di emasie mostrano emolisi spinta, una quantità forse maggiore si mostra più resistente del normale. È da rilevare, che parecchie emasie ben conservate mostrano i nuclei molto ingranditi, più fortemente tingibili, specie dall'ematossilina, e con forme che gradatamente danno l'aspetto di cambiamenti che deporrebbero per la probabile mitosi sino alle apparenze di diastro con ancora fili cromatici di connessione, e poi di due ed anche più nuclei figli; nel resto delle emasie non vi sono altre apparenze al di là dei loro nuclei con le varie fasi notate; le laveranie soltanto spiccano bellamente col loro blocchetto di pigmento nero centrale. Immersi varî preparati nel bagno di ferrocianuro di potassio, tutte le apparenze nucleari, anche le forme non comuni, si colorano in bleu: le laveranie non si colorano affato.

Coi mezzi ordinari di colorazione, i colori acidi tingono il contenuto dell'emasia, i basici il nucleo, le sole laveranie restano incolori, o appena si tingono del colore nucleare. Sarà di un interesse notevole se altre osservazioni di sangue malarico mostreranno reperti simili: l' argomento merita uno studio esteso con cui soltanto si potranno dare conclusioni tali da non temere obbiezioni. Potrà sembrare ardito, ma io devo dichiarare che anche dietro questa sola osservazione, non mi fido a dare il valore specifico, un valore differente dal contenuto delle emasie, che alla sola laverania, la quale mostra proprietà differenti anche chimiche dai globuli sanguigni, i quali poi mostrano modificazioni profonde progressive che secondo me, appartengono al loro nucleo. Disgraziatamente finora le forme ammesse come parassitarie non si sono ottenute fuori il sangue, in nessun terreno di cultura: allora soltanto la quistione sarebbe stata chiusa definitivamente.

Per contrario i reperti da me ottenuti, pare aggravino il sospetto, che le forme parassitarie endoglobulari possano essere modificazioni speciali del nucleo del globulo rosso, anche perchè come è stato dimostrato dagli osservatori tante volte, con gli esami più scrupolosi, queste forme non si sono potute constatare

nel sangue malarico, specialmente nei casi molto gravi; e ciò potrebbe più probabilmente spiegarsi pel fatto della gravità dell' infezione che paralizzerebbe il potere di rigenerazione delle emasie, più che non potersi rilevare l' agente patogeno proprio quanto gli effetti sono micidiali.

Dopo ciò devo dichiarare l' obbiezione possibile che io stesso mi sono fatta, cioè, che le forme parassitarie endoglobulari potessero essere provviste o provvedersi entro il globulo stesso di ferro, e quindi dare anche esse la reazione ferrosa. Già dovrebbe essere difficile ottenere da quelle forme l' identica reazione di quella dei nuclei; ma anche ciò ammesso, ho voluto fare un altro tentativo, fondandolo sul fatto dell' azione dissolvente dell' acqua sul contenuto dell'emasia, mentre l'acqua stessa è l'ambiente ordinario in cui vivono le amebe. Al proposito devo dire che io stimo gratuita l' asserzione che questi rizopodi, divenuti parassiti, perdano la proprietà di resistere all' acqua, anche perchè la laverania (semilune) vi resiste, come dirò subito, anche nelle stesse condizioni di ambiente (sangue); e dovrebbe resistere meno, indicando la stessa per molti una forma di vecchiaia. Nei preparati di sangue malarico semplicemente estratto ed essiccato, ho fatto pervenire l' acqua; tutte le emasie sono disciolte, senza alcun residuo nelle ombre residuali; invece le laveranie sono perfettamente rispettate, e quindi esse sole, pare, confermino la natura di ameba; secondo la loro biologia avrebbero dovuto resistere anche le forme endoglobulari, ma il fatto vi è stato contrario, almeno in questa mia osservazione.

In conclusione io credo che la quistione sia ancora aperta, e quindi si dovrebbe ritornare ad esaminare coi nuovi metodi perchè sia definita. La grave importanza dell' argomento, non soltanto scientifica, ma anche diagnostica e curativa; l' autorità di coloro che hanno sinora studiato il problema e principalmente gli argomenti in favore del parassita malarico, cioè l' inoculabilità del sangue malarico con risultati positivi, il riscontro simile che si trova nella malaria degli ovipari, nei quali i pa-

rassiti si possono distinguere dal nucleo delle emasie, la presenza del pigmento, ed infine il nesso tra le varie forme del ritenuto parassita coi diversi tipi di febbri malariche messo avanti con la solita genialità e maestria da Golgi, obbligano maggiormente ed invogliano sempre più alle ricerche, affinchè l'etiologia della malaria sia fermamente stabilita. Quando cogli ultimi metodi d'indagine si potrà estrarre anche il sangue malarico in modo da non alterarlo , mentre si fa apparire il nucleo del globulo rosso, ci troveremo nelle stesse condizioni di facilità e sicurezza di giudizio, che coll'emasia degli ovipari, ove trovando altre apparenze con massa cromatica accanto al nucleo immutato del globulo , si afferma che realmente è qualche cosa di nuovo e di vivo.

Variande del composto ferroso nelle anemie: terapia— Dopo il reperto del preparato ferroso nel nucleo dell' emasia, e del suo probabile valore biologico, viene l'obbligo di studiare quali cambiamenti vi intervengono nelle diverse forme di anemia. E questo mi pare un campo aperto, che potrà dare larga messe agli studiosi, e che potrà molto da vicino contribuire alla cura delle anemie.

Tale studio, a me non concesso, si potrà fare nei grandi ospedali: le osservazioni poco numerose e non sistematiche non valgono per dare le conclusioni.

Io ho potuto soltanto esaminare pochi casi speciali di oligoemia, tanto spontanea che sperimentale; e mi è sembrato scorgere nella maggior parte degli stati anemici, a meno che non si tratti di anemie per semplici perdite di sangue, che il composto ferroso si trovi in quantità minore nel nucleo dell' emasia. Ma più che la diminuzione del composto ferroso, specialmente nelle anemie essenziali (come nella clorosi, ecc.), risalta il fatto della debole costituzione nucleare, manifestantesi con diminuita resistenza isotonica, e quindi precoce e facile cariolisi. In questi casi appare, non essere la povertà di ferro che reca le gravi conseguenze dell' anemia, e quindi l' apprestazione dei preparati di ferro deve riuscire inutile o quasi; pare invece, che il male sia

nell' alterata costituzione dell' organo ferrifero, da cui dipenderebbe la debole assimilabilità pel ferro, conseguentemente la scarsa formazione di emoglobina, quindi la poca assunzione di ossigeno, e perciò le tristi conseguenze e manifestazioni dell' anemia; insomma risalta il fatto, che nelle oligoemie in generale, non è il ferro che manca, manca invece la sua assimilazione dall' organo a ciò deputato.

Resterà in conseguenza doppio l' indirizzo nella cura delle anemie, dovendosi nelle stesse, prima far calcolo dell' indicazione causale, sia una debolezza costituzionale, sia un deficiente influsso nervoso, trofico, sia un anormale ricambio materiale, sia un' alterazione chimica da sostanze tossiche o tossine, ed altri momenti etiologici che attentano la vita o soltanto diminuiscono i poteri dell' organo ferrifero; ed in seguito coadiuvare l' arrivo e l' insediamento del ferro nel nucleo coll' apprestare la qualità dovuta di alimentazione, migliorare la superficie di assorbimento (tratto digestivo), e finalmente impedire, per quanto è possibile le perdite, che sono tanto frequentemente efficaci a produrre le anemie con tutta la sana costituzione morfologica del sangue e l'arrivo del materiale da parte dell' apparecchio digerente (emorragie, febbri, infezioni lente, tumori).

In conclusione, l'apprestazione del ferro nelle anemie potrà essere più razionale ed efficace, quando seguirà la seconda indicazione dopo la causale che è essenziale, e quando l' apprestazione si farà in una forma che più si avvicini al composto ferroso del nucleo, di cui allora potrebbe eccitarne i poteri, e forse anche per un certo tempo surrogarli; apprestando allora un nucleinato ferroso (cura di sangue naturale avuto al macello), ovvero un fosfato glicerico ferroso, si potrà spesso rimediare a sintomi minaccianti, dando quel composto di ferro, essenziale per la formazione dell' emoglobina, e che nelle condizioni fisiologiche si prepara per i poteri del nucleo dell' emasia, così come si ottengono vantaggi in circostanze speciali dalla pepsina e dal peptone in molte malattie dell' apparecchio digerente.

È questa la prima tappa, a cui mi fermo dopo quattro anni di ricerche sul sangue: fò a me stesso l'augurio di ricominciare subito il lavoro, appena il modesto abbozzo che ho presentato al mondo scientifico sarà limato e purificato dal crogiuolo delle ricerche di altri. I nuovi reperti ed il novello indirizzo aprono altri orizzonti e messe fertile nell' Ematologia, che senza dubbio è il campo più importante della fisio-patologia e della clinica.

SPIEGAZIONE DELLE FIGURE

Fig. 1ª — Globuli rossi di uomo sano con un globulo bianco. Sangue cavato nell' acido osmico 1 : 4000; bagno di acido picrico e colorazione coll' ematossilina formica e l'auranzia. Leitz 5-7.

» 2ª — Globuli rossi (idem dei precedenti) Leitz 5-7 — tubo alzato.

» 3ª — Globuli rossi di uomo sano. Sangue estratto nel liquido di Lugol e restato 24 ore nella camera umida: bagno di 24 ore nell' acido tannico: doppia colorazione ottenuta dall' ematossilina ed auranzia, ovvero dal verde di metile ed eosina. Leitz 5-7.

» 4ª — Idem del precedente; strati periferici dello stratarello, ove vi è stato più appiattimento per l'iniziale essiccamento. Leitz 5-7.

» 5ª — Idem dei precedenti, assoggettati invece che al bagno tannico, a quello di acido gallico 1 : 100. Leitz 5-7.

» 6ª — Idem, assoggettati al bagno di ferro-cianuro di potassio. Leitz 5-7.

» 7ª — Idem, assoggettati al bagno d' infuso di noce di galla. Leitz. 5-7.

» 8ª — Idem, assoggettati al bagno di acido tannico, dopo un' ora di permanenza in Lugol, essendo i preparati ancora umidi ai contorni Leitz 5-7.

» 9ª — Globuli rossi di uomo sano estratti nella soluzione tannica 1 : 150, e poi assoggettati al bagno osmico 1 : 1000. Leitz 5-7.

» 10ª — Globulo rosso di sangue di uomo sano estratto nella miscela di soluzione di acido picrico 1 : 300 (una parte) e di acido tannico 1 : 150 (due parti). Bagno di acido tannico e colorazione coll' ematossilina ed auranzia. Emoglobinolisi e risalto dello stroma filare protoplasmatico, che finisce nell' apparente membrana nucleare. Leitz, 5-7 tubo alzato.

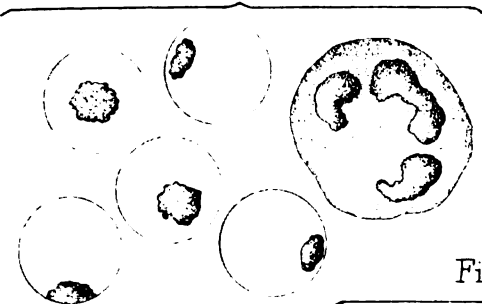
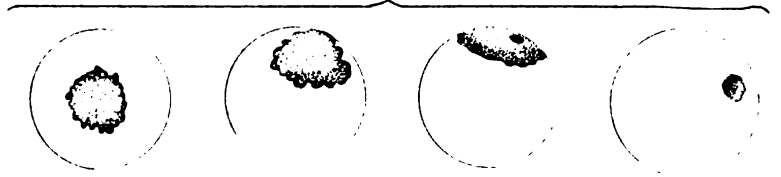
» 11ª — Sangue di embrione di cavia lungo 8 millimetri, cavato nella soluzione osmica 1 : 4000, e poi bagno picrico. Gigantoblasti con grosso vacuolo accanto al nucleo. Colorazione con ematossilina ed auranzia. Leitz 5-7.

Fig. 12ª — Idem di cavia lungo un centimetro. Sangue semplicemente estratto e fissato alla Nikiforoff. Colorazione all' ematossilina ed auranzia. Nessuna apparenza del vacuolo: forme di astro, di diastro, ecc. Leitz 5-7.

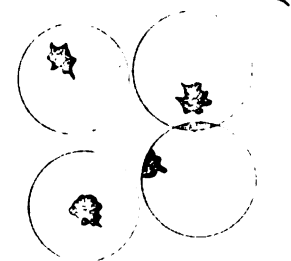
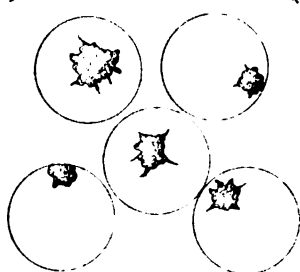
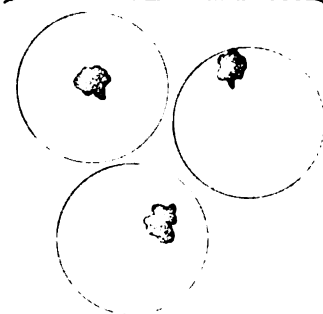
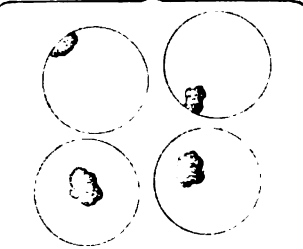
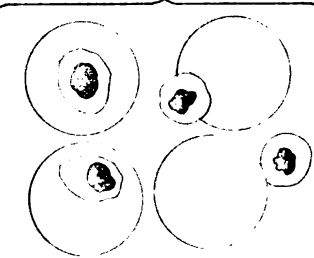
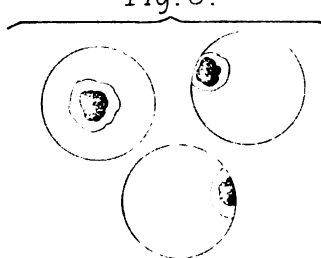
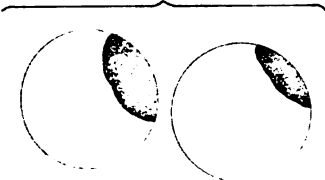
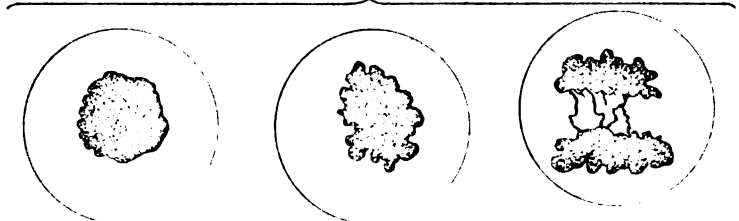
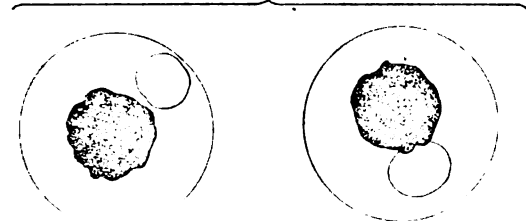
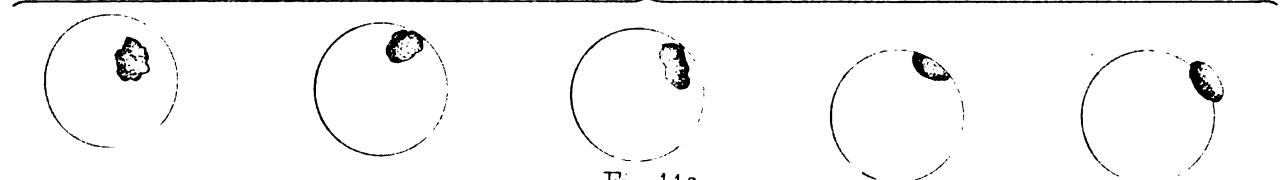
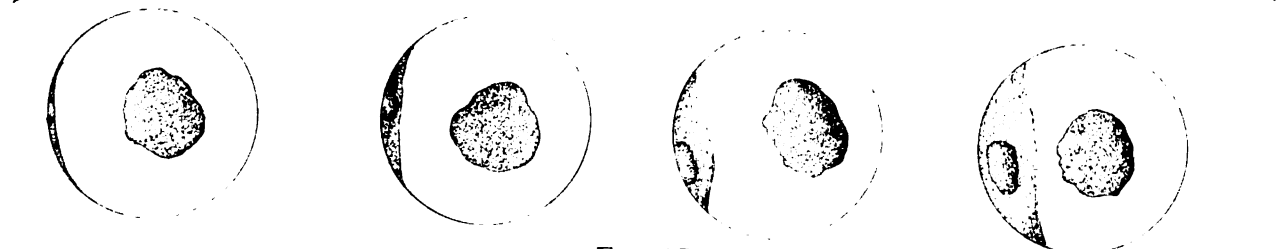
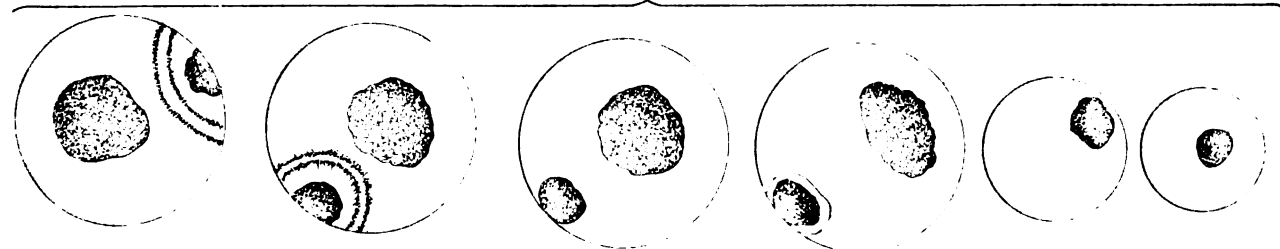
» **13ª** — Idem di cavia lungo 8 millimetri. Sangue estratto nella soluzione osmica 1 : 4000, bagno picrico: colorazione all' ematossilina ed auranzia. Normoblasti, (anucleati senza alcun trattamento), con posizioni diverse del nucleo definitivo. Leitz 5-7.

» **14ª** — Idem del precedente. Sangue estratto nella soluzione osmica 1 : 4000, bagno picrico; colorazione prima all' ematossilina e poi al bleu caratteristico. Nucleo embrionale transitorio e fasi successive di sviluppo del nucleo definitivo. Leitz 5-7.

» **15ª** — Idem di cavia lungo un centimetro. Sangue estratto nel liquido di Lugol; camera umida 24 ore; bagno tannico. Colorazione all' ematossilina ed auranzia. Nei primi quattro gigantoblasti oltre il nucleo ordinario, si notano diverse fasi ed apparenze del nucleo definitivo, che resta poi solo nei due ultimi globuli disegnati (normoblasti). Leitz 5-7.

N. B. Per ragione di economia le figure sono state riprodotte senza colori.

Morfologia e Chimismo dell'emasia

A. Petrone prep. e dis

Lit. Zurria - Catania

Contributo allo studio della BILHARZIA CRASSA (Sons) in Sicilia

per il D.r PIETRO BARBAGALLO

I.

Studî finora eseguiti sulla *Bilharzia crassa.*

Fu il SONSINO (1) che per il primo rinvenne nell'aprile 1876 a Zagazig (Egitto), dopo tre mesi d' infruttuose ricerche, nello interno della vena porta di un giovane toro dell' età di circa tre anni, ucciso al macello, un bel numero di vermi, che riconobbe appartenere al genere *Bilharzia.*

Di essi ne raccolse oltre 35, dei quali alcuni ancora in vita. Erano per lo più maschi uniti a femmine nel loro singolare amplesso, val quanto dire la femmina, come un sottilissimo fil di seta nera, traspariva dal canale ginecoforo del maschio, da cui non usciva soltanto che per un piccolo tratto dei suoi estremi.

I maschi erano un po' più grossi di quelli della *Bilharzia haematobia* dell' uomo, mentre riguardo alla lunghezza non si poteva rilevare alcun che di differenza apprezzabile. Al microscopio nel maschio ben si distinguevano le due ventose, il canale faringeo biforcantesi nei due tubi intestinali, in corrispondenza alla ventosa centrale, i quali tubi intestinali più indietro si riunivano in un sol tubo, che terminava poi all' estremità cau-

(1) SONSINO P. *Intorno ad un nuovo parassita del bue* (Bilharzia bovis). Com. al Prof. PANCERI. (Rend. dell' Acc. di sc. fis. e mat. di Napoli, Anno XV, pag. 84-86, sed. del 6 maggio 1876).

dale, senza mostrare alcuna apertura. Oltre a ciò si poterono distinguere al di sotto della ventosa ventrale dei corpi rotondeggianti, che dal SONSINO stesso furono interpretati come glandole spermatiche. Nella femmina si distinguevano puranche le due ventose, la stessa conformazione del tubo digerente e l'ovidotto che nella parte posteriore del corpo dà luogo agli organi ovarici e vitellogeni, il tutto, insomma, identicamente a quanto si riscontra nella *Bilharzia* dell' uomo.

In base ai risultati dell' esame microscopico, il SONSINO ammise che la *Bilharzia* del bove fosse dell' istessa specie di quella che si rinviene nell' uomo, ma un fatto di fondamentale importanza gli fece cambiare subito opinione, e ammettere che si trattasse bensì di un elminto del genere *Bilharzia*, ma di una specie nuova, che chiamò *bovis*.

Tal fatto è il seguente: Le uova non somigliavano affatto a quelle della *Bilharzia* dell' uomo; esse non solo si presentavano diverse nei tessuti infarciti della vescica e dell'intestino, dove all' osservatore potrebbe a prima giunta venirgli il dubbio, che avessero subìto delle deformazioni, ma anche tale dubbio potè aver subito fine, quando lo stesso si presentavano nell' interno dell' ovidutto della femmina. Esse uova invece di presentarsi di forma ovoide con un estremo assai rotondeggiante, come nella *Bilharzia haematobia*, hanno la forma di un fuso, restringendosi notevolmente ai due poli, uno solo dei quali, però, presenta l'appendice spinosa, che ricorda appunto quella che osservasi nella specie parassita dell' uomo. Il diametro longitudinale di tali uova variava da 0^{mm}, 16 a 0^{mm}, 18 ed il diametro trasverso da 0^{mm}, 04 a 0^{mm}, 05. Da ciò ne dedusse che per la lunghezza non diversificherebbero punto da quelle della *Bilharzia haematobia*, ma una enorme differenza starebbe nella forma. Nell' interno di tali uova non vi potè distinguere menomamente alcuna fattezza d' embrione, nè nelle parti esaminare potè vederlo libero.

Tali uova le rinvenne in diverse parti dell' animale.

Esaminando la vescica notò un arrossamento per iniezione

ed ecchimosi della mucosa nel suo fondo ed offriva delle piccole rilevatezze, come capocchie di spillo di colore giallastro. In tali rilevatezze facendone un taglio sottile, potè al microscopio esaminare le uova caratteristiche, già descritte sopra.

Esaminando l' intestino tenue notò pure iniezioni vascolari ed un leggiero grado di catarro, mentre nel cieco e in un tratto del colon di circa 50 cm. le alterazioni erano più pronunziate. Però trattavasi sempre di rossori, iniezioni ecchimotiche con una materia collosa, filante, aderente alla superficie interna della mucosa tumefatta. Il punto più alterato era la valvola ileocecale, che dalla parte del crasso formava un cercine rosso-scuro molto tumefatto. All' esame microscopico tanto della mucosa, quanto della massa collosa rinvenne quà e là quantità di uova, anzi nella mucosa una volta ebbe l' agio di poter osservare una serie allineata di uova, disposte in modo come se avessero occupato il lume di un piccolo vaso.

Esaminando il fegato rinvenne le *Bilharzie*, per la maggior parte degli esemplari, ammassate nel punto di biforcazione della vena porta al lobo piccolo, altri esemplari li trovò addossati ai grumi sanguigni di formazione post-mortem, ed altri, infine, in diramazioni più piccole della stessa vena porta. Dopo questa prima osservazione lo stesso Sonsino (1) ebbe l' occasione, pure in Egitto, di trovare in due montoni la stessa *Bilharzia* da lui vista nel bove, e, in seguito a ciò, non reputandola più come esclusiva dei soli bovini, la disse, invece di *Bilharzia bovis*, *Bilharzia crassa*.

Questo parassita dal Panceri (2) e dal Cobbold (3) venne

---

(1) Sonsino P. *Nouvelles recherches sur les hématozoires de l'homme en Egypte.* (Compt. rendus du Congr. internat. des sc. med. v session, tenu a Genève dans 1877, p. 651. Genève 1878).

Id. *Le condizioni di Massaua per rispetto alla vita e diffusione di certi elminti perniciosi all' uomo etc.* (Proc. verb. della Soc. toscana di sc. naturali in Pisa, vol. vi, p. 125 Pisa, 1888).

(2) Panceri. v. Sonsino l. c. (1).

(3) Cobbold. Art. *Bilharzia.* (Encyklop. d. gesamm. Thierheilk. und Thierzucht d'Alois Koch, 1884).

riguardato come una specie distinta da quella dell' uomo, e dal TOMMASI-CRUDELI (1) come una semplice varietà.

Tali ricerche non furono seguìte da altre per circa un decennio, se si eccettuano quelle del BOMFORD di Calcutta (2), il quale dice di aver riscontrato nella mucosa rettale e nelle escrescenze papillari del margine dell' ano di due tori indigeni, affetti da peste bovina, uova di *Bilharzia*. Ma tali uova, secondo l' *A.* stesso, erano identiche a quelle della *Bilharzia haematobia* dell' uomo, dimodochè, a mio vedere, non è possibile poter stabilire con precisione a quale delle due specie esse appartenevano.

Il GRASSI e il ROVELLI (3) nel 1888 richiamarono l' attenzione degli studiosi per il fatto importantissimo di aver riscontrato la *Bilharzia crassa* nel 75 °/₀ circa delle pecore, che si macellano a Catania provenienti dalla Piana vicina, ove son nate e cresciute.

Inoltre i suddetti autori opinarono che tal fatto dovrebbe destare una grande sorpresa, perchè finora si era ritenuto che le *Bilharzie* appartenessero esclusivamente all' Africa, come pure esso potrebbe aprire una strada facile a chi ha mezzi di studio per scoprire il ciclo evolutivo di questo parassita, ed infine lasciasse adito al sospetto, che la *Bilharzia dell' uomo* potesse rendersi endemica anche nei paesi irrigui dell' Italia per mezzo di qualche soldato, che ritornasse dall' Africa infetto di questo terribile parassita.

Dopo il lavoro del GRASSI e del ROVELLI nella letteratura non si nota che quello del SANFELICE e LOI (4), i quali, in questi ultimi anni, riscontrarono il parassita in discorso nei bovini

---

(1) TOMMASI-CRUDELI C. Ist. di Anat. pat. Vol. I (Torino, 1882).

(2) BOMFORD. Note on eggs of *Distoma* (Bilharzia) *haematobium* found in trasport cattle Calcutta. (Scientific memoirs by officers of the army of India, pt. 2, 1887. Quartely journal of vet. sc. in India, V. p. 345, 1887).

(3) GRASSI B. e ROVELLI G. La *Bilharzia in Sicilia*. (Rend. della R. Acc. dei Lincei, Vol. IV. 1888).

(4) SANFELICE F. e LOI L. Di alcune infezioni del bestiame studiate in Sardegna nel quadriennio 1892-96. (Cagliari. Tipo-lit. commerciale, 1897).

tenuti al pascolo in Orri presso Cagliari, in Isch-i-Ois presso Assemini e nei territorî di Uta e Muravera, regioni e paesi della Sardegna, ove abbondano le acque stagnanti.

Punti di ritrovo, secondo i suddetti autori, dell' elminto furono i più grossi dotti biliari.

Il metodo di ricerca tenuto da loro fu il seguente: Isolarono accuratamente i più grossi dotti biliari dal parenchima epatico, li aprirono e raccolsero il contenuto in bacinelle contenenti dell' acqua. Con l' esistenza delle *Bilharzie* nei dotti biliari non coesistevano lesioni nè all' intestino, nè alla vescica. Costantemente insieme alle *Bilharzie* gli *Aa.* trovarono numerosi esemplari di *Distoma epatico* e *lanceolato.*

Riguardo al numero delle *Bilharzie* non fu dato loro il caso di riscontrarne più di quattro nello stesso fegato, e in quaranta fegati si poterono ricavare in tutto quindici esemplari maschi, dei quali tre soli portavano la femmina nel canale ginecoforo.

La lunghezza massima raggiunta dagli individui maschi raccolti è stata quella di 2 cm.

E questo in un primo periodo di osservazioni fatte durante i mesi di aprile, maggio e giugno.

In un secondo periodo di osservazioni, fatte sempre nei mesi suddetti e con lo stesso metodo di ricerca, furono le *Bilharzie* trovate più numerose in maggio, meno abbondanti nell' aprile e in giugno. In tutto furono raccolti un centinaio di esemplari, i quali erano tutti maschi e di essi uno solo aveva accolta la femmina nel canale ginecoforo.

Osservazioni fatte nei restanti mesi dell' anno ebbero un risultato negativo, e da ciò gli *Aa.* ne deducono essere probabile che gli embrioni della *Bilharzia crassa* si sviluppino nelle acque con l' avvicinarsi dell' estate, e che verso l' aprile si sviluppino in individui perfetti nel fegato dei bovini.

Tali fatti dal Sanfelice e dal Loi vengono paragonati a quanto il Kowalewski scrisse riguardo una specie di *Bilharzia* molto affine alla *crassa*, la *Bilharzia polonica* delle anatre; cioè

al rinvenimento di tale elminto nella cistefellea e nelle vie biliari di esse, oltrechè nel sistema sanguigno venoso (1).

II.

Ricerche proprie

Nel biennio 1897-98 ho voluto ricercare la *Bilharzia crassa* negli animali bovini ed ovini, che macellansi a Catania, di provenienza tanto dalle regioni Etnee quanto dalla vasta Piana di Catania, come pure in quegli ovini che si vendono nelle beccherie di campagna, ove la visita di un sanitario è rara come le mosche bianche.

Scopo precipuo di queste mie ricerche è stato il controllare, per quanto ho potuto, quel che avevano fatto il Sanfelice e il Loi a Cagliari, e poter dedurre possibilmente il vero *abitato* di predilezione della *Bilharzia crassa,* il quale è stato finora come l'araba fenice, che tutti sanno dove si trova e nessuno lo sa.

Come metodo di ricerca ho adottato quello già noto del Sanfelice e Loi, che più sopra ho citato; cioè a dire isolare accuratamente i più grossi dotti biliari dal parenchima epatico di quei fegati di animali bovini e ovini sequestrati, tagliarli longitudinalmente, vuotandone il contenuto in apposita bacinella contenente acqua ben pulita. In questi dotti biliari quasi costantemente ho rinvenuto il *distoma epatico,* rarissimamente quello *lanceolato* e con molta mia sorpresa la *Bilharzia crassa* giammai.

a) Ricerche nei bovini.

Ho potuto esaminare il fegato, l'intestino e la vescica di un gran numero di bovini (oltre il migliaio), ma per ciò che si

(1) Sonsino P. per Kowalewski M. *Nuovi fatti concernenti la* Bilharzia polonica *(Kow).* (Processi verbali della Soc. toscana di Sc. naturali in Pisa, ad. del 17 gennaio 1897).

riferisce alla *Bilharzia crassa,* dopo pazienti ricerche, soltanto 8 hanno attirato la mia attenzione per la loro visibile presenza.

Il primo caso da me osservato fu nel settembre 1897 in una vacca di anni cinque, nata ed allevata nella nostra Piana, nella cui vena porta al suo punto di biforcazione nel lobo piccolo del fegato vi rinvenni, fortemente addossati ai grumi di sangue post-mortem in essa contenuti, una ventina di campioni di *Bilharzia crassa* per lo più maschi e della lunghezza massima di 18-20 mm. e della grossezza di 1-1,2 mm. Di questi qualcuno portava la femmina abbracciata nel canale ginecoforo.

Vedendo ciò, non posi alcun tempo in mezzo: isolai con massima cura le più grosse vie biliari, avendo con molta diligenza tolto alcune *Bilharzie*, certamente sfuggite da qualche venuzza limitrofa, che erano fortemente addossate al di fuori, le taglio longitudinalmente, metto il contenuto in bacinella, osservo *distomi epatici* in discreta quantità, qualche rarissimo *distoma lanceolato,* ma di *Bilharzie* nemmeno l'ombra. Al taglio del parenchima epatico riscontrai ancora qualche *Bilharzia* della stessa dimensione di quelle già osservate.

Estesi naturalmente le mie ricerche anche all'intestino e alla vescica dello stesso animale. Il duodeno lo rinvenni affetto da un leggero stato catarrale con la mucosa lievemente tumefatta e qua e là in essa rare protuberanze della grandezza di una capocchia di spillo di un colorito bianco-giallastro, le quali al tatto apparivano della ruvidezza di un granellino di sabbia.

Tali protuberanze corrispondevano esattamente alle venuzze mesenteriche, in cui, dopo pazienti ricerche, *trovai annidato qualche esemplare del verme in discorso*, che aveva talvolta la femmina stretta nel canale ginecoforo. Facendo di una di tali protuberanze dei preparati in glicerina, avendo cura di dilacerarle con gli aghi, che si usano comunemente in istologia, potevansi scorgere, anche a debole ingrandimento, le uova dell'elminto, le quali presentavansi con la caratteristica forma di fuso, assottigliantesi verso i due poli, uno solo dei quali presentava

un' appendice spinosa a mo' di freccia, ricordante quella della *Bilharzia haematobia.* Tali uova, misurate esattamente per mezzo dell' oculare micrometrico, presentavano un diametro trasverso di 0^{mm}, 04 a 0^{mm}, 05 per uno longitudinale di 0^{mm}, 16 a 0^{mm}, 18.

Proseguendo l' esame dell'intestino potei rilevare che esso era normale, tranne in una piccola porzione del crasso, in cui trovai le lesioni sopradette, come pure *qualche campione di Bilharzia crassa, ora libero ed ora accoppiato, nelle corrispondenti venuzze mesenteriche.*

In quanto alla vescica posso solo affermare che essa era vuota di urina, e che qua e là presentavasi arrossata ed iniettata più o meno leggermente, con qualche ecchimosi e nelle vicinanze del fondo potevansi osservare le solite lievi rilevatezze della grossezza di una piccola capocchia di spillo eguali a quelle che osservavansi nell' intestino. In esse, facendone alcuni preparati al microscopio, previa la solita dilacerazione, potei costatare la presenza di mucchietti delle uova caratteristiche.

Nelle venuzze periferiche della vescica, ed in corrispondenza diretta di tali piccole rilevatezze potei rinvenire qualche campione dell' elminto in discorso, ora libero ed ora con la femmina accolta strettamente nel suo caratteristico canale ginecoforo.

Oltre al caso suddescritto ho avuto occasione di poterne riscontrare in seguito altri sette, provenienti dalla Piana di Catania, in cui il fegato era assolutamente ed in modo ben accertato libero di *Bilharzie,* mentre il duodeno, come anche il crasso, presentava in maggior quantità del caso precedente le caratteristiche piccole rilevatezze bianco-grigiastre, contenenti costantemente ammassi di uova, e in corrispondenza di esse le venuzze periferiche dello intestino infarcite dall' elminto, il quale presentavasi, al solito, libero e talvolta pure accoppiato. Nella vescica loro fu trovata qualche lesione identica alle descritte già, qualche raro cumulo di uova e qualche esemplare dell' elminto nelle venuzze, che ad essa stanno attorno.

b) Ricerche negli ovini.

Gli ovini esaminati erano provenienti dalle campagne Etnee e dalla Piana di Catania. Nei primi, provenienti da regioni, che sono poverissime di acque e per conseguenza mancanti di luoghi paludosi, le ricerche riuscirono infruttuose, nei secondi, invece, provenienti da regioni che, com' è noto , abbondano di locali paludosi, acquitrinosi e di molti terreni a marcita , le ricerche approdarono a qualche risultato.

Anche in queste ricerche vennero esaminate in primo luogo le grosse vie biliari con il metodo già descritto del SANFELICE e LOI e quindi l' intestino e la vescica.

Fra tutti i casi esaminati di ovini provenienti dalla nostra Piana (circa un centinaio), i più interessanti sono stati sei , e fra questi sei è specialmente degno di nota uno, in cui rinvenni la *Bilharzia crassa* solamente nel fegato e con precisione al di fuori delle grosse vie biliari in *quel po' di parenchima epatico, che sempre vi resta attaccato.* Gli esemplari erano in numero di cinque, di cui uno accoppiato.

Ulteriori ricerche mi fecero constatare nel punto di biforcazione della vena porta , fra i grumi sanguigni post-mortem , qualche campione di *Bilharzia*, uno solo dei quali era accoppiato.

Negli altri cinque casi l'esame del fegato riuscì assolutamente negativo, mentre la *Bilharzia crassa* in discreto numero occupava il lume delle venuzze mesenteriche, specialmente del duodeno. In tale caso l' intestino si presentava in leggero stato catarrale e con i punti caratteristici simili ad arenule, contenenti aggruppamenti di uova del parassita. Tali punti corrispondevano esattamente alle venuzze mesenteriche contenenti l'animale. Gli esemplari erano prevalentemente maschi.

Identicamente posso dire riguardo alla vescica , dove nelle venuzze che le stanno attorno ne potei constatare qualche raro esemplare, ed in corrispondenza di esse nella mucosa potei vedere qualche piccola salienza caratteristica contenente le uova.

III.

Conclusioni.

S' è lecito trarre delle conclusioni dalle ricerche da me istituite, credo poter stabilire:

1. Che sedi della *Bilharzia crassa* negli ovini e nei bovini debbonsi ritenere le piccole venuzze mesenteriche e con precisione quelle del duodeno, ove costantemente essa riscontrasi, e quelle venuzze che stanno attorno la vescica.

2. Che eccezionalmente riscontrasi nel fegato, e quivi, quando v' è, si vede non nel lume dei grossi dotti biliari, ma nel punto di biforcazione della vena porta e in quelle vene che stanno attorno i grossi dotti biliari (1).

3. Che come rara eccezione rinviensi nel fegato e non nelle venuzze mesenteriche: in tal caso, però, costantemente si trova nelle vene della vescica; e tutto ciò fa supporre che dalle vene mesenteriche può sfuggire, essendovi stata in precedenza.

4. Che riguardo alla frequenza della *Bilharzia crassa* nei bovini ed ovini, che si macellano a Catania, si può affermare che essa è divenuta meno frequente di quando le medesime ricerche vennero fatte nel 1888, però, per ben assodare un giudizio sicuro su ciò, è uopo procedere ad ulteriori ricerche.

Infine sento il dovere di ringraziare vivamente il mio egregio amico D.r GIUSEPPE FALCONE, medico-veterinario in questo Civico Macello, il quale, con quella squisita gentilezza, che tante lo distingue, mise a mia disposizione tutto quel materiale bisognevole per queste ricerche.

(*Catania, 1899*).

---

(1) In ogni caso i fegati, in cui ho rinvenuto la *Bilharzia crassa*, erano distomatosi.

Memoria XV.

Sulla scissione dell' acido isosantonoso inattivo nei suoi componenti destro e levo, mediante la cinconina

Nota di A. ANDREOCCI e di P. ALESSANDRELLO

L'acido isosantonoso inattivo, $C^{15} H^{20} O^{3}$, cristallizzato in piccoli prismi fusibili tra 153°-155°, fu preparato la prima volta da S. Cannizzaro e G. Carnelutti (1), insieme al paradimetilnaftolo, riscaldando l' acido destrosantonoso con idrato baritico a 360°; lo rinvennero anche nelle acque madri della cristallizzazione dell' acido destrosantonoso, proveniente dalla riduzione della santonina con fosforo rosso ed acido jodidrico, che era stato usato più volte per la medesima operazione.

Più tardi uno di noi (2) riottenne quest'acido santonoso inattivo, insieme al destro, nella riduzione della santonina con cloruro stannoso in soluzione cloridrica, e, avendo ottenuto l'acido levosantonoso per riduzione della isodesmotroposantonina con acido acetico e polvere di zinco, potè dimostrare che l'acido isosantonoso inattivo di Cannizzaro e Carnelutti era un racemo, perchè poteva anche generarsi col miscuglio equimolecolare dei due acidi santonosi destro e levo, quindi fu distinto col nome di acido racemosantonoso.

Ora ci è sembrato, che per la storia degli acidi santonosi, potesse avere qualche interesse la scissione dell' acido isosanto-

(1) Gazz. Chim. Ital. Vol. XII. Pag. 400-401.

(2) A. ANDREOCCI — *Sui quattro acidi santonosi e sopra due nuove Santonine* — Atti della R. Accademia dei Lincei—Memorie della classe di Scienze Fisiche, Matem. e Natur. Serie 5ª Vol. 2°.

noso nei suoi antipodi destro e levo con uno dei metodi generalmente usati per scindere i racemi.

Siccome gli acidi santonosi, forse perchè parenti ai naftoli, godono proprietà antisettiche, così noi non abbiamo pensato di scindere l'acido isosantonoso per opera del *Penicillium Glaucum*, ma per mezzo degli alcaloidi, preferendo d'incominciare le nostre esperienze colla cinconina, siccome uno dei meno costosi; ed essa ci è servita perfettamente allo scopo che ci eravamo prefissi. Ci siamo messi inoltre nelle condizioni come se l'acido levosantonoso fosse sconosciuto.

A tal fine abbiamo disciolto a b. m. nella più piccola quantità di alcool al 90 p. °/₀ gr. 8, 5 di acido isosantonoso inattivo, preparato da Cannizzaro e Carnelutti, con gr. 10, 7 di cinconina; queste quantità corrispondono a $C^{15} H^{20} O^{3}$ (acido santonoso), e a $C^{19} H^{22} N^{2} O$ (cinconina). Per raffreddamento dopo aggiunta di un cristallino di santonato di cinconina, preparato in precedenza coll'acido destrosantonoso (1), e per svaporamento spontaneo della soluzione alcoolica, ottenemmo tre frazioni di cristalli ed un residuo sciropposo e poi vischioso, che non volle cristallizzare anche se ripreso più volte con un poco di alcool.

Le nostre ricerche si portarono subito sulla prima frazione cristallizzata, e poi sul residuo sciropposo. Per ripristinare l'acido santonoso da queste due porzioni abbiamo decomposto con un leggiero eccesso di acido solforico diluito (1 a 20), e quindi abbiamo estratto con etere l'acido santonoso. La cinconina rimasta sciolta nella soluzione veniva precipitata con carbonato sodico.

La miscela di acidi santonosi proveniente dalla prima frazione cristallizzata, che pesava gr. 2, 75, polverata e seccata

(1) Per ottenere questo sale abbiamo diluito con acqua calda la soluzione alcoolica bollente di quantità equimolecolari di acido destrosantonoso e di cinconina. Si è diluito la soluzione in modo che essa restasse limpida a caldo. Per raffreddamento si depose il sale di cinconina dell'acido destro in piccoli cristalli. Questo sale è solubile nell'alcool, poco nell'acqua e nell'etere, fonde verso 198° con leggiero imbrunimento.

a 100°, rammolliva a 153° e fondeva a 165° (1). Il suo potere rotatorio specifico, determinato in alcool concentrato fu per $(\alpha)_D$ di + 48 (2).

Da ciò si deduce che nella prima frazione cristallizzata di sale di cinconina predomina la combinazione dell' acido destro. Infatti ricristallizzando la detta miscela di acidi santonosi dallo alcool, si ebbero degli aghetti, che rammollivano a 175°, fondevano fra 176° e 177°, ed avevano in soluzione alcoolica un potere rotatorio specifico per $(\alpha)_D$ di + 73 (3). Questi aghetti ricristallizzati dall' alcool fondono tra 178°-179°.

Così noi abbiamo potuto separare, dall' acido isosantonoso inattivo, l'acido destrosantonoso sufficientemente puro, e caratterizzarlo. Infatti l'acido destrosantonoso purissimo cristallizza in aghetti e fonde tra 179°-180°, ed ha in alcool assoluto per $(\alpha)_D$ un potere rotatorio di + 74,8.

L' ultima porzione sciropposa ci fornì gr. 1,418 di una miscela di acidi santonosi; che rammolliva a 161° e fondeva a 167°. Il potere rotatorio di questa miscela sciolta in alcool fu trovato per $(\alpha)_D = -48$ (4). Da ciò si deduce che nella porzione sciropposa predomina la combinazione di cinconina coll' acido levo.

La miscela levogira di acidi santonosi così ottenuta, ricristallizzata dall' alcool bollente, per raffreddamento ci fornì gr, 0,7 circa, di acido levosantonoso cristallizzato in aghetti leggieri, fusibili a 178°-179°, con un potere rotatorio specifico in alcool di — 74 (5) Ricristallizzato ancora una volta dall' alcool, fonde

(1) Il peso della miscela di acidi santonosi riottenuta dalla prima frazione fu di gr. 1 circa, e quello della cinconina gr. 1, 4; da cui si deduce che il sale di cinconina cristallizzato risultava dalla combinazione di una molecola di cinconina con una di acido santonoso.

(2) Concentrazione della soluzione 2 p. %, lunghezza del tubo cm. 22, deviazione osservata per $(\alpha)_D$ + 2°,1.

Si è impiegato il polarimetro di Wild, e tutte le determinazioni sono state fatte presso a poco alla medesima temperatura oscillante da 17° a 20°.

(3) Concentrazione della soluzione 1,24 p. %, lunghezza del tubo cm. 22, deviazione osservata + 2°.

(4) Concentrazione 5,67 p. %, lunghezza del tubo cm. 22, deviazione osservata—5°, 96.

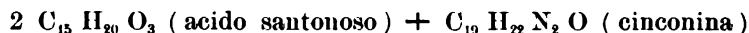
(5) Concentrazione 2,47 p. %, lunghezza del tubo cm. 22, deviazione osservata, — 4°.

esattamente a 179° - 180°. Da ciò si desume che dalla detta porzione sciropposa si può, colle poche operazioni descritte, ottenere l'acido levosantonoso puro; poichè l'acido levosantonoso purissimo fonde a 179° - 180°, ed ha un potere rotatorio specifico per $(\alpha)_D$ di — 74,4.

Come riconferma abbiamo anche voluto riottenere l'acido isosantonoso inattivo, che, come si disse è un racemo, dall'acido levo proveniente dalla scissione col sale di cinconina, e l'acido destro preparato direttamente per riduzione della santonina. Infatti per cristallizzazione dall'alcool della miscela equimolecolare dei due ultimi detti acidi, abbiamo ottenuto dei piccoli prismi duri aventi tutt' i caratteri dell'acido racemosantonoso.

Più tardi abbiamo voluto preparare il sale di cinconina dell'acido levosantonoso col metodo già in nota indicato per il sale dell'acido destro. Non ci è riuscito di averlo cristallino, ma si è deposto, per evaporazione, o per diluizione con acqua, o con etere della soluzione alcoolica, sotto forma di una materia molle, vischiosa, che poi si è concretata in una massa dura, amorfa. Sembra che il sale di cinconina dell'acido levo, con più difficoltà di quello dell'acido destro, passi dalla modificazione amorfa vischiosa a quella cristallina. Siccome nella modificazione amorfa questi sali sono un po' più solubili nei solventi, si spiegherebbe come il sale dell'acido levo si accumula di preferenza nell'ultimo residuo sciropposo, incristallizzabile.

Abbiamo anche voluto tentare la scissione dell'acido isosantonoso nei suoi antipodi, per saturazione parziale con cinconina. A tal fine abbiamo disciolto in alcool bollente gr. 2, 46 di acido isosantonoso inattivo, con gr 1, 46 di cinconina, nei seguenti rapporti molecolari:

$$2\ C_{15}H_{20}O_3\ \text{(acido santonoso)} + C_{19}H_{22}N_2O\ \text{(cinconina)}$$

Quindi, diluita la soluzione alcoolica con circa venti volumi di etere, si ebbero, dopo tre giorni di riposo, dei cristalli abbastanza grossi, i quali tra 125°-128° fondevano perdendo il sol-

vente che tenevano incluso o combinato, e poi, dopo risolidificazione, fondevano a 192° con leggiero imbrunimento.

Il peso dei cristalli raccolti fu di gr. 0, 853, e decomposti con acido solforico fornirono gr. 0, 340 di una miscela di acidi santonosi. Tale miscela rammolliva a 168° e fondeva a 172°-176°; aveva un potere rotatorio di circa + 60; e con una sola cristallizzazione dall'alcool ci fornì dell' acido destrosantonoso purissimo, col punto di fusione a 179°-180°.

La soluzione eterea abbandonata a sè va deponendo altri cristalli di sali di cinconina; e crediamo che nelle ultime frazioni riusciremo a separare l' acido levosantonoso.

Conchiudiamo infine che per mezzo della cinconina si può facilmente scindere l' acido isosantonoso inattivo nei suoi antipodi levo e destro.

Tale scissione rappresenta il primo tentativo riuscito per la decomposizione nei rispettivi antipodi, di una modificazione inattiva appartenente al gruppo della santonina.

A noi questa scissione ci servirà di guida per tentare quella, se è possibile, dell' acido desmotroposantonoso levogiro per mezzo della cinconina o di altri alcaloidi; colla speranza di potere stabilire se quest'acido desmotroposantonoso, (1) è uno dei quattro isomeri attivi previsti dalla teoria, oppure un racemo parziale scindibile.

Laboratorio di chimica farmaceutica della R. Università di Catania — Aprile 1899.

---

(1) A. Andreocci — Memoria sopra citata.

Memoria XVI.

Sul fenomeno di Sanford nell' argentana.

Memoria del D.r ERNESTO DRAGO

Assistente nel Laboratorio di Fisica della R. Università di Catania.

Della variazione di resistenza elettrica di un filo metallico nei varî dielettrici si occupò, come è noto, per primo il Sanford (1) sperimentando su di un filo di rame.

Le susseguenti ricerche dei proff. Grimaldi e Platania (2) non lasciano oramai alcun dubbio sulla diminuzione di resistenza che subisce un filo di rame immerso nel petrolio. Nella minuziosa discussione dei loro risultati i predetti AA. mostrano come nessuna azione secondaria poteva produrre nell'apparecchio adoperato il fenomeno osservato. Le forze elettromotrici dei contatti e le correnti termoelettriche sono state completamente eliminate, corrette le differenze di temperatura dei due fili di rame in esperimento; e quanto poi alla conducibilità del petrolio gli AA. dimostrano che non avrebbe potuto produrre una variazione superiore a 150×10^{-12} cioè un milione di volte più piccola di quella trovata. Concludono quindi che la diminuzione di resistenza di un filo di rame immerso nel petrolio è, nelle condizioni delle loro esperienze, 0,00015, cioè circa dodici volte più piccola di quella trovata dal Sanford.

Questi in una seconda memoria (3), esaminando le su espo-

(1) FERNANDO SANFORD — *Some observations upon the conductivity of a copper wire in varions dielectrics.* Leland Stanford University. — Pnblications. — Studies in electricity.—N. 1 Palo Alto, 1892.

(2) Sulla resistenza elettrica dei metalli nei diversi dielettrici. — Atti dell' Acc. Gioenia Serie IV, Vol. VIII, 1895—Catania.

(3) *Variation in electric conductivity of metallic wires in different dielectrics.* Phisical Rewiew. Vol. III. N. 15 — November-December, 1895.

ste ricerche, dice che tali risultati non differiscono punto dai suoi, se si considera che la superficie bagnata dal dielettrico in questo caso era meno di un quarto di quella del filo da lui adoperato; e sul proposito riferisce alcune esperienze eseguite su due fili di rame della stessa lunghezza, ma di 1,27 mm. ed 1 mm. di sezione. Le resistenze da lui trovate furono rispettivamente di ohm. 0,02618 e 0,03375 nell' aria e di ohm. 0,02626 e 0,03381 nella miscela d' aria e vapori di gazolina, il che dimostrava che il filo di maggior superficie dava un aumento maggiore di resistenza.

Un altro filo di rame del diametro di mm. 1,27 fu dal Sanford schiacciato col martello per aumentarne la superficie, ma la resistenza nella miscela d' aria e gazolina non si mostrò aumentata. Il filo era stato molto indurito dal martellamento, ma qual cambiamento sia stato prodotto nella sua superficie non si sa.

Un quarto filo di mm. 1,16 di diametro aveva la resistenza di ohm. 0,01915 nell' aria e ohm. 0,01917 nella miscela suddetta alla stessa temperatura, mostrando un aumento di resistenza più piccolo di quello osservato per il filo di 1 mm. al contrario di quanto avrebbe dovuto accadere per l' aumentata superficie. Per spiegare tali risultati opposti dice che nei fili più sottili è necessaria una misura delicata della temperatura di essi, sulla determinazione della quale s' intrattiene lungamente a parlare, e rispondendo alle obbiezioni del Carhart (1) sul proposito, cita le esperienze di Grimaldi e Platania, le quali fanno chiaramente vedere come la causa del fenomeno non può essere attribuita ad una variazione di temperatura del filo.

Infatti secondo il Sanford, dai dati stessi pubblicati dal Carhart, si può conoscere con sufficiente esattezza la temperatura del filo, poichè quest'A. riscaldando il sistema costituito da un tubo e relativo filo metallico sopra 30° con acqua calda e poi facendo una serie di misure mentre le temperature andavano decrescendo

(1) HENRY CARHART — The Phisical Rewiew—Vol. I. p, 321—Vol, II. p. 61-67,

fino a 20°, anche con un termometro che dava il mezzo grado, ed un filo la cui resistenza variava di 18 microohm per un decimo di grado, trovò un'uniforme diminuzione di resistenza per le corrispondenti diminuzioni di temperatura.

Il Sanford fa poi una serie di misure su fili d' argento trovando ancora una variazione di resistenza nei diversi dielettrici e termina la sua memoria cercando di dare qualche teoria sulla natura del fenomeno.

Questo è tutto quanto si è fatto per constatare le variazioni di resistenza di fili di rame e d'argento in varî dielettrici. Altre esperienze con metalli diversi furono istituite nel 1894 dal Sala (1) il quale esperimentò sull' argentana. L' apparecchio da lui usato consisteva in un filo d' argentana piegato a spira e rinchiuso in un tubo di rame comunicante col suolo. Un secondo filo identico costituiva l' altro lato del ponte: la pila usata era di quattro grossi elementi ed i contatti si stabilivano con grossi fili di rame amalgamato che s' introducevano in bicchieri con mercurio. Egli riferisce di non aver nulla osservato circondando il filo con gas illuminante, acido carbonico e petrolio purificato ed in conferma dei suoi risultati ricorda le conclusioni delle ricerche del Carhart.

Nel 1897 poi il Pettinelli (2), riferendo quel che dice il Pouillet intorno ad una certa quantità di calore sviluppata da limatura e fili sottili di varî metalli immersi in liquidi coi quali non reagiscono chimicamente, riprende alcune sue esperienze, iniziate due anni prima, sulla variazione di resistenza di fili di rame, ottone, argentana e platino puro. Egli forma due lati adiacenti del ponte con due fili sottili del conduttore da sperimentare saldati a grossi conduttori di rame. Immerge poi un filo nel petrolio e nell' essenza di trementina senza collegarlo ad alcun tubo dello stesso metallo e ritiene fuor di dubbio che i fili

(1) Nuovo Cimento 1894.

(2) Rivista scientifica industriale 1897.

d'argentana del diametro di mm. 0,4 presentino un aumento di un decimillesimo di resistenza.

Ma le ricerche del Sala e del Pettinelli hanno il difetto di sottrarsi alle condizioni sperimentali richieste dallo scopritore per l'esatta valutazione del fenomeno. In effetti essi non adoperano fili saldati con un tubo dello stesso metallo ad un estremo ed isolati all'altro, condizione necessaria, secondo il Sanford, perchè si possa osservare il fenomeno. Quanto poi all'esattezza delle loro misure è impossibile portare un giudizio non avendone i detti autori riportati i dettagli.

Per tali ragioni io ho voluto ripigliare l'argomento e sperimentare su di un filo d'argentana circondandomi di tutte le condizioni favorevoli alla esatta valutazione del fenomeno.

L'apparecchio di cui mi son servito era quasi identico a quello adoperato dai proff. Grimaldi e Platania. Mi limito perciò a darne una descrizione sommaria rimandando per i particolari alla succennata memoria.

Esso era costituito da un ponte di Wheatstone di cui due bracci erano formati da due fili d'argentana del diametro di mm. 0,49 e della lunghezza di 30 cm. ciascuno, saldati da una parte ai fondi di due tubi dello stesso metallo e del diametro di cm. 3,9 ed isolati all'altra dai tubi stessi con tappi di ebanite.

Insieme agli altri due bracci, formati da due lunghezze eguali dello stesso filo d'argentana, avvolte su unico tubo di vetro e separate da carta paraffinata i due tubi erano impiantati vicinissimi in un cubo di legno verniciato di un decimetro di lato, la cui base era di piombo.

Tutto il sistema protetto da opportuni tubi di vetro era immerso in una cassa di zinco della capacità di circa 120 litri piena d'acqua e munita d'agitatore.

Una diagonale del ponte conteneva una pila normale Raoult, l'altra un galvanometro aperiodico di Siemens ed Halske astatizzato. Nel circuito della pila si trovava un reostata Hipp, un commutatore della corrente, ed un interruttore a mercurio. Nel

circuito del galvanometro un altro interruttore avrebbe potuto accusare eventuali forze elettromotrici secondarie.

Le temperature dei due fili racchiusi nei tubi erano date da due termometri Baudin in ventesimi e, facendo le letture con un oculare micrometrico, si teneva conto del duecentesimo di grado.

Per la vicinanza dei lati del ponte, per la gran massa d'acqua tenuta sempre in agitazione, ed in grazia del piccolo coefficiente termico dell'argentana si sperava di ottenere risultati esenti da qualsiasi correzione di temperatura.

Equilibrato il ponte si cominciarono le prime misure per determinare la sensibilità dell'apparecchio: si trovò così che una divisione della scala del cannocchiale corrispondeva in media ad una variazione di resistenza del filo d'argentana di 120 microohm.

Però sin dai primi giorni in cui si esperimentava veniva notata nel circuito del galvanometro una deviazione indipendente da quella prodotta dalla pila. Essa fu svelata interrompendo il suddetto circuito, ed il suo valore relativamente grande nei primi giorni si riduceva con l' agitazione dell' acqua e, durante il corso della giornata, variava sembrando essere di accordo con le variazioni della temperatura ambiente. Ritenni che tale deviazione fosse dovuta a correnti termoelettriche originate da differenze di temperatura fra i contatti del filo di argentana ed i fili di rame conducenti al galvanometro. Per eliminarle quindi, i detti fili di rame furono saldati a due fili d'argentana, questi al ponte, e le saldature convenientemente isolate e legate insieme furono immerse nell' acqua della cassa.

Con tale artifizio la deviazione parassita divenne molto piccola, ma non scomparve interamente; però, il suo valore conservandosi costante per un tempo sufficientemente lungo, potei incominciare alcune misure delle quali una prima serie si faceva coi due tubi pieni d'aria, poi una seconda con uno dei tubi pieno di petrolio purificato, e quindi una terza nelle condizioni della prima.

Mi accorsi però sin dalle prime osservazioni che la tempe-

ratura non era rigorosamente eguale nei due tubi, quando uno di questi conteneva petrolio.

Studiando attentamente le differenze di temperatura che essi presentavano mi fu dato costatare che, quando le osservazioni si facevano di mattina, col crescere della temperatura ambiente il tubo contenente aria si riscaldava più presto di quello contenente petrolio, viceversa quando le esperienze si facevano a temperatura calante, e ciò verso sera, il tubo predetto si raffreddava di più.

Tale osservazione mi fece ritenere, che soltanto in ore determinate, la temperatura dei due tubi potesse essere uguale.

Ecco infatti alcuni gruppi di osservazioni confermanti la suesposta ipotesi:

Ora dell' osservazione	Temperatura del tubo contenente aria	Temperatura del tubo contenente petrolio	Ora dell' osservazione	Temperatura del tubo contenente aria	Temperatura del tubo contenente petrolio
5, 30	22, 545	22, 580	8	22, 590	22, 560
5, 45	22, 555	22, 580	8, 45	22, 600	22, 560
6	22, 560	22, 580	10	22, 635	22, 580
6, 15	22, 565	22, 575	17	23, 480	23, 460
6, 30	22, 570	22, 575	17, 30	23, 465	23, 450
6, 40	22, 575	22, 575	17, 45	23, 460	23, 450
6, 45	22, 590	22, 575	18	23, 455	23, 450
7	22, 590	22, 580	18, 30	23, 450	23, 450
7, 15	22, 585	22, 570	19, 30	23, 290	23, 300
7, 30	22, 580	22, 565	22	23, 205	23, 220
7, 45	22, 580	22, 560	22, 15	23, 200	23, 220

Che tali fenomeni non si siano presentati nelle ricerche dei proff. Grimaldi e Platania può ben dipendere 1° dal fatto che la conducibilità calorifica dei tubi di rame da loro adoperati era molto più grande di quella dei tubi di argentana di

cui io mi servivo; 2° dall'eseguire le misure in una stanza a tramontana e quindi a temperatura sensibilmente costante, ciò che a me non fu possibile di effettuare. (1)

Fu necessario allora formare una tabella di correzione della temperatura (2) di cui l' esattezza era garentita dal fatto che se ne poteva ricavare il coefficiente termico dell'argentana 0,00047 valore abbastanza concordante con quello dato dal Benoit cioè 0, 00044.

Eseguii in tal modo, versando il petrolio nel tubo di destra, sette serie di misure le quali mi portavano a stabilire una diminuzione media di 0,000012, quando il filo d' argentana era immerso nel petrolio; però la discordanza tra le cifre di ogni singola serie ed il valor medio era talmente grande, da farmi nascere dei dubbî sull' attendibilità dei risultati.

Anzitutto era da osservare in questi che in generale i valori più piccoli erano quelli in cui la durata dell' esperimento era più breve e che avveniva il contrario per i valori più grandi.

Mentre però le ricerche erano a questo punto, un incidente sopravvenuto nell' apparecchio mi costrinse a smontarlo completamente e quindi a rimontarlo.

Equilibrato di nuovo il ponte notai che, aprendo l' interruttore del galvanometro, la deviazione era opposta a quella già avuta nelle ricerche precedenti. Nello stesso tempo le esperienze in siffatte condizioni mostrarono invece di una diminuzione di resistenza, un aumento medio di 0,000013 quando il filo era immerso nel petrolio.

Tali risultati, opposti a quelli precedentemente trovati, mi fecero sospettare che in realtà la deviazione del galvanometro avesse potuto influire nelle misure, per le eventuali variazioni

---

(1) A causa del ritardo frapposto nella costruzione di alcune stanze del Laboratorio di Fisica, precedentemente demolite, non è stato possibile eseguire queste ricerche in una stanza esposta a tramontana. Ho dovuto contentarmi di una stanza a levante.

(2) Il procedimento seguito per ottenere tale tabella è indicata appresso a pag. 9.

che potevano avvenire nell' istante in cui si eseguivano le letture; onde mi diedi ad investigare l'origine di essa.

Prima di tutto saldai i fili del galvanometro tra di loro, ed aprendo il circuito con l' interruttore a mercurio, non ottenni deviazione alcuna. La forza elettromotrice parassita non stava adunque nelle saldature rame-argentana.

Poscia saldai ciascun braccio del ponte coi fili del galvanometro e notai le deviazioni seguenti:

Media di 10 osservazioni			
	Resistenza ausiliaria Iª	Deviazione	0
	» » IIª	»	0
	» del tubo di destra	» . . a sinistra	6ᵈ, 27
	» » » di sinistra	» . . a destra	4ᵈ, 90

Le resistenze ausiliarie non producevano adunque alcuna forza elettromotrice, nei due tubi vi erano invece due forze elettromotrici di segno contrario, la qual cosa mi fece ritenere probabile che i valori contrarî trovati fossero dipendenti dalla variazione della deviazione parassita.

Essendo i fili d' argentana tolti da una matassa appartenente a fabbrica differente da quella dell' altra argentana che costituiva le parti dell' apparecchio, mi venne il dubbio che l'eterogeneità di struttura avesse potuto produrre correnti termoelettriche nel circuito galvanometrico.

Pensai allora a ricostruire l' apparecchio da capo, tutto con argentana della stessa provenienza, ed in questo caso sperimentando, nessuna deviazione si notò nel circuito del galvanometro e si poterono cominciare le misure.

La sensibilità del nuovo apparecchio era tale che una deviazione di una divisione della scala corrispondeva in media ad una variazione di resistenza del filo di 180 microohm.

Per correggere poi le solite divergenze di temperatura fu necessario formare una nuova tabella di correzione qui appresso riportata.

Tabella A.

TEMPERATURA		DIFFERENZA	DEVIAZIONE		DIFFERENZA	$\frac{d-d_1}{10\delta}$
Tubo destro	Tubo sinistro	δ	d	d_1	$d-d_1$	
15, 000	13, 150	+ 1, 850	4, 66	2, 73	+ 1, 93	+ 0, 10
14, 650	13, 150	1, 500	4, 16	»	1, 43	0, 09
14, 315	13. 150	1, 165	3, 90	»	1, 17	0, 10
13, 950	13, 175	0, 775	3, 46	»	0, 73	0, 09
13, 775	13, 200	0, 575	3, 22	»	0, 49	0, 08
13, 585	13, 200	0, 385	3, 03	»	0, 30	0, 08
13, 425	13, 200	0, 225	2, 88	»	0, 15	0. 07
13, 300	13, 205	0, 095	2, 80	»	0, 07	0, 08
					Media	+ 0, 9

La prima colonna dà la temperatura del tubo di destra contenente petrolio portato precedentemente a temperature alquanto superiore a quella del bagno, la seconda quella del tubo di sinistra, la terza la differenza fra le due temperature, la quarta la deviazione corrispondente del galvanometro, la quinta la deviazione media a temperatura uguale nei due tubi , la sesta la differenza fra le deviazioni, la settima la variazione di deviazione corrispondente ad una differenza di temperatura di un decimo di grado dei tubi. Il valore della quinta colonna è medio tra i nove della tabella IV [*S*] in seguito riportati, ottenuti nel seguente modo. Appena eseguite le misure riferite nella tabella *A* si continuava ad osservare la differenza δ che andava diminuendo, si riduceva a 0°, 000 per pochi minuti e quindi diveniva negativa. Allora, raffreddando con poca neve l'acqua della cassa di zinco, si otteneva la differenza di temperatura fra i due tubi inferiore od uguale a 0°, 005. Le temperature allora si ritenevano uguali e si leggevano le deviazioni corrispondenti al galvanometro delle quali la media costituiva il valore d_1. Queste serie di misure furono fatte a temperatura crescente. Come coefficiente di temperatura dell' argentana si deduceva dalla tabella *A* il valore 0, 00039 concordante con quello dato dal Benoit.

Ed ora vengo all' esposizione dei risultati ottenuti :

Esperienze col petrolio nel tubo destro

TABELLA I.

Durata dell' esperimento cinque ore.

	Numero d'ordine dei gruppi (1)	TEMPERATURA		Differenza di temperatura	DEVIAZIONE	
		Tubo destro	Tubo sinistro		letta	corretta
A	591	11, 720	11, 740	— 0, 020	1, 75	1, 77
	592	11, 725	11, 740	— 0, 015	1, 77	1, 78
	593	11, 730	11, 740	— 0, 010	1, 82	1, 83
	594	11, 750	11, 765	— 0, 015	1, 74	1, 75
	595	11, 750	11, 765	— 0, 015	1, 74	1, 75
C	603	11, 900	11, 930	— 0, 030	1, 80	1, 83
	604	11, 930	11, 945	— 0, 015	1, 82	1, 83
	605	11, 935	11, 950	— 0, 015	1, 80	1, 81
	606	11, 965	11, 985	— 0, 020	1, 80	1, 82
S	596	11, 795	11, 840	— 0, 045	1, 77	1, 81
	597	11, 800	11, 845	— 0, 045	1, 77	1, 81
	598	11, 805	11, 850	— 0, 045	1, 72	1, 76
	599	11, 810	11, 860	— 0, 050	1, 70	1, 74
	600	11, 815	11, 800	— 0, 065	1, 77	1, 83
	601	11, 825	11, 890	— 0, 065	1, 75	1, 81
	602	11, 840	11, 890	— 0, 050	1, 72	1, 76

Media

Deviazione corretta . . . . . . Aria = 1, 80

» » . . . . . . Petrolio = 1, 79

Differenza di deviazione + 0, 01

I gruppi *A* si facevano prima di mettere il petrolio nel tubo destro, i gruppi *S* col petrolio nel detto tubo, quelli *C* dopo averlo vuotato.

(1) Per ogni gruppo di misure la deviazione letta è media di più letture sufficientemente concordanti.

TABELLA II.

Durata dell' esperimento ore tre.

	Num. d'ord. dei gruppi	TEMPERATURA		Differenza di temperatura	DEVIAZIONE	
		Tubo destro	Tubo sinistro		letta	corretta
A	607	11, 590	11, 605	— 0, 015	2, 38	2, 39
	608	11, 600	11, 600	0, 000	2, 42	2, 42
	609	11, 600	11, 610	— 0, 010	2, 43	2, 44
	610	11, 605	11, 620	— 0, 015	2, 35	2, 36
	611	11, 610	11, 625	— 0, 015	2, 35	2, 36
C	616	11, 710	11, 700	+ 0, 010	2, 40	2, 39
	617	11, 700	11, 710	— 0, 010	2, 43	2, 44
S	612	11, 700	11, 680	+ 0, 020	2, 43	2, 41
	613	11, 700	11, 690	+ 0, 010	2, 43	2, 42
	614	11, 685	11, 700	— 0, 015	2, 42	2, 43
	615	11, 680	11, 700	— 0, 020	2, 38	2, 40

Media

Deviazione corretta . . . . . . Aria = 2, 40

» » . . . . . . Petrolio = 2, 41

Differenza di deviazione — 0, 01

TABELLA III.

Durata dell' esperimento ore quattro.

	Num. d'ord. dei gruppi	TEMPERATURA		Differenza di temperatura	DEVIAZIONE	
		Tubo destro	Tubo sinistro		letta	corretta
A	618	13, 010	13, 000	+ 0, 010	2, 73	2, 72
	619	13, 000	13, 000	0, 000	2, 68	2, 68
	620	13, 000	13, 000	»	2, 73	2, 73
	621	13, 000	13, 000	»	2, 72	2, 72
	622	13, 000	13, 000	»	2, 67	2, 67
	623	13, 000	13, 000	»	2, 70	2, 70
C	628	13, 125	13, 115	+ 0, 010	2, 73	2, 72
	629	13, 125	13, 115	»	2, 68	2, 67
	630	13, 125	13, 115	»	2, 72	2, 71
S	624	13, 135	13, 100	+ 0, 035	2, 73	2, 70
	625	13, 130	13, 000	+ 0, 030	2, 75	2, 72
	626	13. 120	13, 015	+ 0, 025	2, 70	2, 68
	627	13, 100	13, 100	0, 000	2, 68	2, 68

Media

Deviazione corretta . . . . . . Aria = 2, 70

» » . . . . . . Petrolio = 2, 70

Differenza di deviazione 0, 00

Tabella IV.

Durata dell' esperimento ore otto.

	Num. d'ord. dei gruppi	TEMPERATURA		Differenza di temperatura	DEVIAZIONE	
		Tubo destro	Tubo sinistro		letta	corretta
A	631	13, 050	13, 050	0, 000	2, 72	2, 72
	632	13, 035	13, 050	— 0, 015	2, 70	2, 71
	633	13, 040	13, 040	0, 000	2, 75	2, 75
	634	13, 050	13, 050	»	2, 72	2, 72
	635	13, 050	13, 050	»	2, 72	2, 72
	636	13, 050	13, 050	»	2, 70	2, 70
C	646	13, 385	13, 375	+ 0, 010	2, 73	2, 72
S	637	13, 250	13, 250	0, 000	2, 72	2, 72
	638	13, 250	13, 250	»	2, 72	2, 72
	639	13, 250	13, 255	— 0, 005	2, 72	2, 72
	640	13, 250	13, 250	0, 000	2, 75	2, 75
	641	13, 250	13, 250	»	2, 75	2, 75
	642	13, 250	13, 255	— 0, 005	2, 72	2, 72
	643	13, 230	13, 230	0, 000	2, 73	2, 73
	644	13, 225	13, 220	+ 0, 005	2, 72	2, 72
	645	13, 215	13, 215	0, 000	2, 73	2, 73

Media

Deviazione corretta . . . . . . Aria = 2, 72

» » . . . . . . Petrolio = 2, 73

Differenza di deviazione — 0, 01

Tabella V.

Durata dell' esperimento ore quattro.

	Num. d'ord. dei gruppi	TEMPERATURA		Differenza in temperatura	DEVIAZIONE	
		Tubo destro	Tubo sinistro		letta	corretta
A	647	13, 515	13, 510	+ 0, 005	2, 93	2, 93
	648	13, 515	13, 510	+ 0, 005	2, 90	2, 90
	649	13, 515	13, 510	+ 0, 005	2, 93	2, 93
	650	13, 520	13, 520	0, 000	2, 93	2, 93
	651	13, 525	13, 525	»	2, 93	2, 93
	652	13, 530	13, 530	»	2, 92	2, 92
	653	13, 535	13, 535	»	2, 90	2, 90
C	666	13, 605	13, 605	0, 000	2, 92	2, 92
	667	13, 600	13, 605	— 0, 005	2, 90	2, 90
	668	13, 600	13, 605	— 0, 005	2, 92	2, 92
	669	13, 600	13, 610	— 0, 010	2, 93	2, 94
	670	13, 610	13, 610	0, 000	2, 92	2, 92
	671	13, 610	13, 615	— 0, 005	2, 92	2, 92
S	654	13, 550	13, 550	0, 000	2, 92	2, 92
	655	13, 550	13, 550	»	2, 95	2, 95
	656	13, 540	13, 550	— 0, 010	2, 92	2, 93
	657	13, 550	13, 550	0, 000	2, 92	2, 92
	658	13, 550	13, 560	— 0, 010	2, 88	2, 89
	659	13, 550	13, 565	— 0, 015	2, 92	2, 93
	660	13, 550	13, 570	— 0, 020	2, 85	2, 87
	661	13, 550	13, 575	— 0, 025	2, 93	2, 95
	662	13, 550	13, 580	— 0, 030	2, 87	2, 90
	663	13, 550	13, 580	— 0, 030	2, 92	2, 95
	664	13, 560	13, 590	— 0, 030	2, 90	2, 93
	665	13, 560	13, 600	— 0, 040	2, 87	2, 91

Media

Deviazione corretta . . . . . . Aria = 2, 92

» » . . . . . . Petrolio = 2, 92

Differenza di deviazione 0, 00

Esperienze col petrolio nel tubo sinistro

TABELLA VI.

Durata dell' esperimento ore tre.

	Num. d'ord. dei gruppi	TEMPERATURA		Differenza di temperatura	DEVIAZIONE	
		Tubo destro	Tubo sinistro		letta	corretta
A	672	13, 350	13, 350	0, 000	2, 87	2, 87
	673	13, 350	13, 350	»	2, 92	2, 92
	674	13, 350	13, 350	»	2, 90	2, 90
	675	13, 350	13, 350	»	2, 92	2, 92
C	683	13, 515	13, 525	— 0, 010	2, 90	2, 91
	684	13, 510	13, 520	— 0, 010	2, 87	2, 88
	685	13, 520	13, 520	0, 000	2, 87	2, 87
	686	13, 525	13, 525	0, 000	2, 88	2, 88
S	676	13, 450	13, 450	0, 000	2, 88	2, 88
	677	13, 460	13, 450	+ 0, 010	2, 90	2, 89
	678	13, 465	13, 450	+ 0, 015	2, 90	2, 89
	679	13, 475	13, 450	+ 0, 025	2, 92	2, 90
	680	13, 480	13, 450	+ 0, 030	2, 93	2, 90
	681	13, 490	13, 450	+ 0, 040	2, 95	2, 91
	682	13, 500	13, 450	+ 0, 050	2, 95	2, 91

Media

Deviazione corretta . . . . Aria = 2, 90
» » . . . . Petrolio = 2, 90

Differenza di deviazione 0, 00

Tabella VII.

Durata dell' esperimento ore quattro.

	Num. d'ord. dei gruppi	TEMPERATURA		Differenza di temperatura	DEVIAZIONE	
		Tubo destro	Tubo sinistro		letta	corretta
A	687	13, 570	13, 575	— 0, 005	2, 76	2, 76
	688	13, 565	13, 575	— 0, 010	2, 76	2, 77
	689	13, 565	13, 575	— 0, 010	2, 75	2, 76
	690	13, 565	13, 575	— 0, 010	2. 75	2, 76
	691	13, 575	13, 580	— 0, 005	2, 76	2, 76
	692	13, 580	13, 590	— 0, 010	2, 73	2, 74
	693	13, 590	13, 590	0, 000	2, 78	2, 78
	694	13, 600	13, 600	»	2, 76	2, 76
	695	13, 605	13, 605	»	2, 76	2, 76
C	708	13, 810	13, 810	0, 000	2, 75	2, 75
	709	13, 810	13, 810	»	2, 73	2, 73
	710	13, 800	13, 800	»	2, 78	2, 78
	711	13, 805	13, 805	»	2, 75	2, 75
S	696	13, 760	13, 730	+ 0, 030	2, 82	2, 79
	697	13, 750	13, 725	+ 0, 025	2, 80	2, 78
	698	13, 740	13, 720	+ 0, 020	2, 76	2, 74
	699	13, 740	13, 715	+ 0, 025	2, 82	2, 80
	700	13, 740	13, 710	+ 0, 030	2, 80	2, 77
	701	13, 750	13, 710	+ 0, 040	2, 82	2, 78
	702	13, 760	13, 710	+ 0, 050	2, 82	2, 77
	703	13, 770	13, 710	+ 0, 060	2, 80	2, 75
	704	13, 775	13, 710	+ 0, 065	2, 85	2, 79
	705	13, 780	13, 715	+ 0, 065	2, 82	2, 76
	706	13, 785	13, 715	+ 0, 070	2, 85	2, 79
	707	13, 785	13, 720	+ 0, 065	2, 82	2, 76

		Media
Deviazione corretta	Aria	= 2, 76
» »	Petrolio	= 2, 77
		— 0, 01

Tabella VIII.

Durata dell' esperimento ore quattro.

	Num. d'ord. dei gruppi	TEMPERATURA Tubo destro	TEMPERATURA Tubo sinistro	Differenza di temperatura	DEVIAZIONE letta	DEVIAZIONE corretta
A	712	14, 075	14, 010	— 0, 015	2, 58	2, 59
	713	14, 090	14, 100	— 0, 010	2, 58	2, 59
	714	14, 100	14. 100	0, 000	2, 58	2, 58
	715	14, 100	14, 100	0, 000	2, 60	2, 60
C	721	14, 115	14, 135	— 0, 020	2, 58	2, 60
	722	14, 120	14, 130	— 0, 010	2, 55	2, 56
S	716	14, 010	14, 075	+ 0, 015	2, 60	2, 59
	717	14, 100	14, 075	+ 0, 025	2, 58	2, 56
	718	14, 100	14, 075	+ 0, 025	2, 62	2, 60
	719	14, 105	14, 080	+ 0, 025	2, 57	2, 55
	720	14, 115	14, 085	+ 0, 030	2, 62	2, 59

Media

Deviazione corretta . . . . . . Aria = 2, 59

» » . . . . . . Petrolio = 2, 58

Differenze di deviazione + 0, 01

La regolarità delle ultime cifre citate sia nella tabella *A*, di correzione della temperatura, sia nelle altre serie di misure, l'eliminazione completa della corrente parassita nel circuito del galvanometro, tutto ciò mi è sicura garenzia dei risultati ottenuti, i quali così mostrano che *il fenomeno di Sanford o non esiste affatto nell' argentana o se esiste è talmente piccolo da non potere essere sufficientemente apprezzato coi metodi d' osservazione adoperati.*

Sento il dovere di ringraziare il mio maestro prof. Grimaldi dei consigli e mezzi datimi per l' esecuzione del presente lavoro.

Dal Laboratorio di Fisica della R. Università di Catania Aprile 1899.

Memoria XVII.

Analogia di curvatura tra il becco dei Rapaci e le loro unghie

(con una tavola)

Memoria del Dott. PIETRO SCROFANI

Osservazioni sul becco e sulle unghie degli Uccelli.

Presso i diversi autori che si sono occupati di Ornitologia ha avuto grande importanza la conoscenza della forma del becco e del piede degli Uccelli, importanza che ci è resa manifesta dalla descrizione minuziosa di tali organi, che accompagna non solo lo studio delle famiglie, ma anche quello dei generi e delle specie.

Soprattutto la forma del becco ha servito di base a diverse classificazioni , specialmente antiche , come si può rilevare dai nomi ricevuti da certi gruppi e famiglie, come per esempio: Lamellirostri, Conirostri, Fissirostri, Tenuirostri, Dentirostri etc. Si è studiato inoltre anche il rapporto tra la forma del becco e i costumi delle varie specie e, dietro una serie di studi comparativi, s' è venuto a dimostrare ch' esso varia col regime alimentare. Infatti nei Conirostri, gruppo di Passeracei numerosissimo, osserviamo un becco di forma e potenza tale da rompere i semi più duri, e di tali semi appunto si nutrono questi Uccelli, di cui un esempio tipico ne è il frosone, che riesce a spezzare i gusci durissimi dei semi di mandorla. Nei Lesinirostri, gruppo, di Passeracei anch' esso, si riscontra un becco a forma di lesina con sottilissima punta, che funziona a guisa d' una finissima pinza, e per mezzo di esso questi esseri si nutrono di piccolis-

simi insetti e di minutissimi semi, nutrizione, alla quale malagevolmente si potrebbe adattare un Conirostro.

Nelle Gralle osserviamo forme diversissime di becchi, secondo le varie specie che prendiamo a considerare; vi sono delle forme a becco lunghissimo, diritto, possedute da specie che si nutrono di sostanze o animalucci che vivono ad una certa profondità sia del suolo, che dell' acqua, secondo i luoghi che la specie considerata preferisce; e forme a becco corto presenti nelle specie che si nutrono di sostanze od animalucci, che si trovano sulla superficie dell' acqua o del suolo.

Nei Rapaci troviamo un becco molto robusto e d' una forma più o meno curva, secondo le varie specie; ciò sta in relazione alla vita predatrice di questi esseri, i quali per vivere hanno bisogno d' un organo che loro faciliti il ghermire e lo sbranare la preda. Si rileva da ciò quanto grande e profonda sia la relazione tra la forma del becco e la sua funzione e il valore che la sua conoscenza ha nello studio degli Uccelli.

Mentre del becco si è parlato diffusamente da molti autori e un grande valore si è dato alle sue varie forme, poco invece s' è detto dell' unghia. Gli ornitologi hanno tenuto d' occhio soltanto lo sviluppo del piede, la varia disposizione delle dita e la loro lunghezza. Soltanto nei Rapaci, l'unghia ha attirato alquanto l' attenzione degli osservatori, i quali hanno rilevato la sua forma ad artiglio e l' hanno descritta nelle diverse dita.

Analogia nei Rapaci tra la curva del becco e quella dell' unghia.

Se ci poniamo a considerare la forma del becco e delle unghie nei varî ordini degli Uccelli, osserviamo che le modificazioni di questi due organi non seguono sempre lo stesso indirizzo, vediamo cioè che in molti casi, mentre il becco è più o meno diritto lungo e forte, l' unghia invece ci si presenta, debole, piccola e alquanto arcuata. Ciò dipende dal fatto che avendo unghia e becco funzioni differenti, ciascuno di essi prende

quella forma, assume quello sviluppo, che è meglio adatto alla propria funzione.

Nei Palmipedi il becco ha la funzione di prendere in un modo più o meno violento la preda, di cui l'Uccello si nutre, da qui un becco piatto, forte, provvisto di finissime dentellature; l'unghia non ha invece, per quanto mi sappia, funzione alcuna; perciò ci presenta una forma appena arcuata; uno sviluppo il più che è possibile limitato. Nei Passeracei, nelle Gralle, nei Corridori noi osserviamo ciò che abbiamo detto per i Palmipedi. Non così possiamo dire dei Rapaci, ove becco ed unghia hanno una somiglianza straordinaria, che in certi casi raggiunge financo l'identità. Questo fenomeno è in perfetto accordo coi costumi di quest'ordine di Uccelli dediti alla rapina; difatti nel ghermire e sbranare la preda essi adoperano non solo il becco, ma anche gli artigli; ciò produce questa somiglianza che è sempre accompagnata da una costante relazione di sviluppo.

Pertanto siccome tale fatto non è stato da alcun autore posto in rilievo, cercherò per quanto mi è possibile di determinarlo nel presente lavoro, di vedere cioè quali sono i rapporti di sviluppo e di forma tra il becco e l'unghie nelle varie famiglie del sudetto ordine, e se si può riferire ai costumi delle singole specie. Faccio osservare che la quasi totalità dei casi considerati è composto d'uccelli nostrali; di esotici ho considerato soltanto una specie: *Aquila heliaca*, ed in essa il risultato è stato identico a quello delle specie indigene. (Ciò perchè nel museo mancava un vasto assortimento di specie esotiche).

Ho riportato le misure del becco e delle unghie degli Uccelli anche non predatori, nonchè le corrispondenti fotografie, perchè sembrami che in tal modo io renda più chiara e più evidente l'analogia, che nei Rapaci esiste tra questi due organi. Mettendo quindi sott'occhio al lettore questo prospetto generale, egli s'accorgerà immantinente della verità dell'asserto.

E poiché tale fatto come fin da principio ho detto, non è altro che l'adattamento di organi originariamente diversi all'adempimento del medesimo fine, così ho creduto necessario e di capitale importanza, di accennare per le singole specie la qualità della loro nutrizione e così rendere sempre più netto il principio che là ove evvi maggiore affinità di funzione vi è pure una maggiore affinità di forma e di sviluppo (Rapaci), e inversamente maggiore dissomiglianza là, ove le funzioni dei due organi sono essenzialmente diverse (Gralle).

Ho preso ad esaminare subito dopo i Rapaci, l'ordine dei Rampicanti e l'ho scisso in due serie di forme tipiche; compresi nella prima serie gli Psittaci, molto caratteristici per la somiglianza di forma tra l'unghia e il becco, senza che tali organi offrano un proporzionale sviluppo (*Sittace coerulea*); mentre in un secondo gruppo compresi i Tucani, i quali contrariamente agli Psittaci, mostrano becco ed unghie differenti di forma ed assai diversi nello sviluppo (*Pteroglossus atricollis*).

Ho accennato in seguito ai vari gruppi di Passeracei, distinti secondo la varia forma del becco, ed ho osservato come in essi quest'organo è suscettibile di maggiori o minori modificazioni, mentre d'altra parte le unghie ci mostrano una forma invariata od eccezionalmente soltanto vi troviamo leggiere modificazioni (*Corvus corax*). Infine ho considerato le Colombe, i Gallinacei, le Gralle, i Palmipedi i Corridori, e, scegliendo una forma per ogni ordine, ho messo in evidenza come in essi tanto le unghie quanto il becco ci mostrano diversa forma e diverso sviluppo, così che rimane dimostrato che soltanto nei Rapaci, e in qualche modo anche negli Psittaci, osserviamo un'analogia tra la forma e lo sviluppo del becco e la forma e lo sviluppo dell'unghia.

Dirò ora del metodo di cui mi sono servito nell'eseguire il presente lavoro.

Metodo.

Per ottenere le immagini del becco e delle unghie in modo da poterle convenientemente studiare, e, per altro, desiderando di esse una fedele riproduzione, provai diversi metodi per vedere quale fra essi desse risultati più precisi. Il metodo che primo mi venne in mente fu quello di proiettare l'ombra dell'immagine del becco e delle unghie su di una parete bianca, in una camera oscura, facendovi pervenire dalla parte opposta la luce d'una lampada; ma m'accorsi che un leggiero spostamento dell'oggetto produceva rilevanti alterazioni nell'immagine; dappoichè l'esemplare per dare una copia veramente fedele, dovea situarsi perfettamente parallelo alla superficie dove si dovea proiettare l'immagine, cosa che riusciva troppo faticosa e mai esatta per le posizioni svariate che gli esemplari presentavano. Scartai senza altro questo metodo e ne tentai un secondo. Provai di ottenere le fotografie direttamente sull'esemplare da considerare, ma incontravo più gravi ancora le difficoltà del primo metodo. Allora decisi di fare, tanto del becco come delle unghie, delle forme di creta per quanto più possibili simili al vero; su queste forme negative, con gesso ottenni le positive, disposi queste su tavolette e ne presi le fotografie.

Certamente con questo metodo abbiamo diverse cause di errore: 1° le deformazioni che può subire la creta adoperata nelle forme; 2° la qualità del gesso, che ci può dare una forma più o meno rigonfiata; 3° le fotografie più o meno uguali al vero in dimensioni; però tutte queste cause d'errore, mediante scrupolosa cura sono state ridotte al minimo, non producendo quindi le rilevanti alterazioni dei due primi metodi accennati.

Per ogni singola specie ho dato, come termine di confronto per valutare lo sviluppo, la misura della corda della curva descritta dal margine esterno dell'unghia, e la corda della curva descritta dal margine esterno del becco, ed inoltre ho ricavato la

lunghezza delle dita e del capo per confrontarla alla lunghezza di quelle. Le curve del becco e delle unghie sono state determinate per mezzo di un curvilineo e ciascuna curva dell' unghia é stata confrontata con quella del becco.

Per la nomenclatura delle singole specie di Rapaci mi sono attenuto a quella della recente monografia del Martorelli (1).

PARTE DESCRITTIVA

RAPACI DIURNI

Falco communis, sottospecie: **peregrinus.**

Fig. 1_a — 1_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	18	17 $^1/_2$	16	20	Becco	19
Dito (lunghezza)	27	49	37	20	Capo	50

In questo Rapace l'unghia più sviluppata è quella del pollice, l' interna, come nel massimo dei casi pei diurni, è maggiore dell'esterna, l' unghia media più sviluppata di questa, ma meno dell' interna. Delle dita il medio è il più lungo, il pollice il più corto, l' esterno più lungo dell' interno.

Il becco è bene sviluppato ed ha $^1/_3$ della lunghezza del capo; confrontato colle unghie tiene il posto tra il pollice e l' interno.

Facendo i confronti mediante il curvilineo, risulta che la media s' avvicina per la curvatura al becco più dell' esterna e questa si avvicina più di quella del pollice.

Tinnunculus alaudarius.

Fig. 2_a — 2_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	11	11	10	12	Becco	14
Dito (lunghezza)	20	30	23	15	Capo	40

(1) *Monografia illustrata degli uccelli di rapina in Italia.* — Mem. Soc. ital. Sc. Nat., T. V, Milano, 1895.

Anche in questa specie l'unghia più sviluppata è quella del pollice, mentre l'interna e la media, uguali fra di loro, sono più sviluppate dell' esterna. Il pollice è un po' più lungo della sua unghia, mentre nella specie precedente ne era eguale; il medio è il più lungo, l'interno più corto dell'esterno. Anche qui, il becco si mantiene nelle proporzioni della specie precedente, l' unghia che più vi s'avvicina in dimensioni è quella del pollice.

L' unghia che più s' avvicina per la curvatura al becco è l' interna, che ne è quasi eguale, delle altre quella del pollice vi s' avvicina di più della media e questa più dell' esterna.

Cerchneis vespertinus.

Fig. 3_a — 3_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	10	10 $^1/_2$	9	8 $^1/_2$	Becco	12
Dito (lunghezza)	15	24	17	10	Capo	32

Contrariamente a quanto abbiamo visto nelle specie precedenti, abbiamo qui che l' unghia media è più sviluppata, mentre quella del pollice è meno sviluppata dell' interna, e financo dell' esterna. Delle dita il medio è il più lungo, il pollice il più corto, l' interno però è più corto dell' esterno.

Il becco è bene sviluppato; esso è in lunghezza $^1/_8$ del capo, in dimensioni s' avvicina di più all' unghia media.

L'unghia del pollice ha una curvatura uguale a quella del becco, delle altre la media vi s' avvicina meno dell' interna, ma di più dell' esterna.

Aesalon regulus.

Fig. 4_a — 4_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	9	10	10	10 $^1/_2$	Becco	12
Dito (lunghezza)	19	28	20	11	Capo	36

In questa specie l' unghia del pollice acquista maggiore sviluppo, però l' interna è minore dell' esterna, che è uguale alla media: la differenza peraltro è sì piccola, che possono tutte considerarsi come egualmente sviluppate. Il rapporto fra le dita è quale abbiamo osservato nelle specie precedenti; solo qui si ha che l' interno e l' esterno sono quasi eguali. Il becco è in lunghezza $^1/_8$ del capo, in dimensioni l'unghia che più vi s' avvicina è quella del pollice.

Le curve di tutte le unghie sono uguali alla curva del becco.

Accipiter nisus.

Fig. $5_a - 5_e$

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	14	9	8 $^1/_2$	13 $^1/_2$	Becco	15
Dito (lunghezza)	16	32	23	15	Capo	37

L' unghia del pollice è quasi eguale all' interna, la media è più sviluppata dell' esterna. Delle dita il medio è il più lungo, mentre il pollice, il più corto e quasi eguale all' interno, che è meno sviluppato dell' esterno. Il becco è bene sviluppato, in lunghezza è quasi la metà del capo, l'unghia che più vi s'avvicina in dimensioni è l' interna.

La curva dell'unghia, che più s'avvicina a quella del becco è quella data dall' unghia interna, che è quasi uguale a quella del pollice, la media vi s' avvicina di più dell' esterna.

Aquila chrysaëtos.

Fig. $6_a - 6_e$

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	36	36	24	29	Becco	55
Dito (lunghezza)	35	62	47	37	Capo	85

L'unghia interna e l'unghia media sono eguali fra loro e più sviluppate di quella del pollice, che è poco più lunga dell'esterna. Anche nelle dita abbiamo un caso nuovo: il pollice più lungo dell'interno, il medio però è sempre il più lungo di tutti. Il becco è bene sviluppato, esso è in lunghezza più della metà del capo, le unghie che più vi s'avvicinano in dimensioni sono la media e l'esterna. L'unghia la cui curva s'avvicina di più a quella del becco è quella del pollice, la media vi s'avvicina meno dell'esterna, e questa meno dell'interna.

Aquila heliaca.

Fig. 7_a — 7_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	27	30	20	25	Becco	37
Dito (lunghezza)	37	51	40	29	Capo	79

L'unghia piú sviluppata è quella media, l'unghia interna più sviluppata di quella del pollice, l'esterna la meno sviluppata. Delle dita il più lungo è il medio; però in questa specie anche l'esterno è di considerevole lunghezza; il pollice è il più corto. Il becco è in lunghezza quasi la metà del capo; delle unghie quella che vi s'avvicina di più in dimensioni è la media. In quest'Aquila, l'unghia esterna è perfettamente simile nella curvatura al becco, le altre, quasi eguali fra di loro, ne sono un po' dissimili.

Pandion haliaëtus.

Fig. 8_a — 8_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	28	29	29	28	Becco	33
Dito (lunghezza)	25	41	32	21	Capo	51

Nel *Pandion haliaëtus* osserviamo un artiglio potentissimo; l'unghia media e l'esterna sono le più sviluppate, l'interna e

quella del pollice sono anch' esse eguali in dimensione; però la differenza tra le quattro unghie è sì poco considerevole, che possono considerarsi tutte eguali nello sviluppo. La proporzione delle dita è simile a quella delle specie precedenti; il medio sviluppatissimo, l'esterno più lungo dell' interno e questo più del pollice. Anche il becco è bene sviluppato, esso in lunghezza supera di molto la metà del capo, l'unghia media ed esterna vi s' avvicinano di più in dimensioni.

Le curve descritte dal margine esterno delle unghie sono perfettamente eguali fra loro, giacchè paragonate a quelle del becco ne differiscono tutte d'un eguale rapporto.

Milvus ictinus.

Fig. 9_a — 9_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	22	20	19	24	Becco	30 1/2
Dito (lunghezza)	24	39	26	20	Capo	65

In questa specie il pollice ha l' unghia più sviluppata, l' interna è più lunga della media e questa più dell' esterna — Delle dita il medio è il più lungo, l' interno meno sviluppato dell' esterno, il pollice è il più corto di tutti. Il becco è robusto, esso è in lunghezza quasi la metà del capo; l' unghia che più vi s' avvicina in dimensione è quella del pollice.

L' unghia la cui curva s' avvicina di più a quella del becco è l' interna, che è uguale a quella dell' unghia del pollice, la media vi s' avvicina di più dell'esterna.

Circus Swainsonii.

Fig. 10_a — 10_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	17 1/2	15 1/2	12	17 1/2	Becco	18
Dito (lunghezza)	12	29	20	16	Capo	42

L' unghia del pollice e l' interna sono egualmente sviluppate, la media più lunga dell' esterna, che soltanto in pochissime specie ci mostra sulle altre un maggiore sviluppo. Delle dita il medio è il più lungo, l' esterno maggiore dell' interno, però in questo caso il pollice è superiore in lunghezza all' interno. Il becco è forte e robusto, in lunghezza è quasi quanto la metà del capo; in dimensioni le unghie che più vi s' avvicinano sono l' interna e quella del pollice.

La curva dell'unghia, che più s'avvicina a quella del becco è la curva dell' unghia media, che è uguale a quella dell' unghia del pollice; quella dell' unghia interna vi s' avvicina di più di quella esterna.

Circus aeruginosus.

Tav. 11_a — 11_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lungezz. mm.
Unghia (corda)	20	19	16	17	Becco	20
Dito (lunghezza)	22	37	29	19	Capo	45

L' unghia più sviluppata è l' interna, immediatamente dopo viene la media e poi l' esterna che è meno sviluppata di quella del pollice. Delle dita il medio è il più lungo, l' esterno più lungo dell' interno, il pollice il più corto. Il becco è in lunghezza un po' più della metà del capo, in dimensioni è perfettamente uguale all' unghia interna. L' unghia la cui curva è più somigliante a quella del becco è l' unghia del pollice, l' interna vi s' avvicina di più dell' esterna, e questa più di quella media.

Circus cineraceus.

Fig. 12_a — 12_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	16 $^1/_2$	16	12	17	Becco	16
Dito (lunghezza)	21	31	23	16	Capo	49

L' unghia più sviluppata è quella del pollice, l' interna un po' più sviluppata della media e molto di più dell'esterna. Delle dita il più lungo è il medio, l'esterno è più lungo dell'interno, il pollice , il più corto, minore anche della sua stessa unghia. Il becco è in lunghezza $^1/_3$ del capo; in dimensioni l'unghia che più vi s'avvicina è la media.

L' unghia, la cui curva s' avvicina di più a quella del becco è l' unghia interna, la curva della quale è quasi eguale a quella dell' unghia media. La curva di quella del pollice vi s'avvicina di più di quella dell' esterna.

Buteo vulgaris.

Fig. 13_a — 13_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	19 $^1/_2$	23	19	—	Becco	20
Dito (lunghezza)	29	40	27	20	Capo	71

Nell' unico esemplare che ho potuto esaminare mi fu impossibile ritrarre l' unghia del pollice, quindi nulla posso dire su essa delle rimanenti; però più sviluppata è quella media, l'interna e l'esterna differiscono di $^1/_2$ millimetro. Delle dita il medio è il più lungo, l' interno è più lungo dell' esterno, il pollice è il più corto di tutti. Il becco in rapporto al capo ha minore sviluppo di quello delle specie precedenti, difatti esso ha una lunghezza minore di $^1/_3$ del capo; l'unghia che più vi s' avvicina in dimensioni è quella media.

La curva del becco è perfettamente uguale a quella dell'unghia media; delle altre due unghie l'interna vi somiglia un po' più dell' esterna.

Gyps fulvus.

Fig. 14_a — 14_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	34	31	30	37	Becco	53
Dito (lunghezza) . , . .	50	106	56	40	Capo	103

L' unghia più sviluppata è quella del pollice, l' interna sviluppata più della media e questa più dell'esterna. Fra le dita il medio ha uno sviluppo veramente straordinario, esso è il doppio delle altre dita; l' interno meno sviluppato dell'esterno, il pollice il più corto. Il becco è in lunghezza un po' della metà del capo, le unghie ne sono molto meno sviluppate, purtuttavia quella che in dimensioni più vi s' avvicina è quella del pollice.

In questo Rapace non abbiamo alcuna uguaglianza di curve delle unghie; quelle che meno si avvicinano per la curvatura al becco sono l' interna e l' esterna, vi si avvicinano di più la media e quella del pollice.

RAPACI NOTTURNI.

Carine noctua.

Fig. 15_a — 15_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	10	10	9	8	Becco	14
Dito (lunghezza)	18	20	15	10	Capo	51

L'unghia interna e la media, uguali fra loro, sono le più sviluppate; l' esterna è più sviluppata di quella del pollice, però la differenza nella lunghezza delle varie unghie è minima. Delle dita il più lungo è il medio; l'interno quasi quanto il medio è più lungo dell' esterno, quasi il doppio del pollice. Il becco è in lunghezza poco più di $^1/_4$ del capo , però qui bisogna fare una considerazione che vale anche per le specie seguenti. Nei Rapaci notturni le proporzioni tra testa e becco sembrano alquanto cambiate; però quest' alterazione è più apparente che reale; difatti noi abbiamo che in questo gruppo di Rapaci la testa sembra di proporzioni maggiori di quelle che ci presentano diurni, perchè in questi uccelli le penne del capo stanno quasi in posizione verticale, facendolo apparire assai vistoso, mentre in realtà la

parte scheletrica si differenzia dai primi molto di meno di quanto si può supporre. Il becco è più sviluppato delle unghie, quelle che vi si avvicinano di più in dimensioni sono l' interna e la media. La curva dell' unghia media è quella che ha maggiore somiglianza con la curva del becco ; delle altre l' interna si somiglia di più di quella del pollice e questa più dell' esterna.

Bubo ignavus.

Fig. 16_a — 16_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	33	34	29	30	Becco	34
Dito (lunghezza).	41	56	45	29	Capo	96

Nel *Bubo ignavus* l'unghia più sviluppata è la media, l'interna più dell' esterna, questa però meno di quella del pollice che è più lunga del dito stesso. Delle dita il più lungo è il medio, l' interno minore dell'estremo, il pollice il più corto. Il becco è in lunghezza $^1/_3$ del capo. In questa specie lo sviluppo del becco s'avvicina di molto a quello delle unghie, l'unghia media è in dimensioni perfettamente uguale al becco.

Le curve delle unghie sono quasi uguali fra di loro.

Asio otus.

Fig. 17_a — 17_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	17	19	—	—	Becco	20
Dito (lunghezza)	20	27	—	—	Capo	71

Nell' unico esemplare considerato, tanto il pollice che il dito esterno erano in condizioni sì guaste da non poterne ricavare alcuna misura; però sì dal medio che dall'interno risulta evidente che la proporzione rimane costante, come nella specie precedente, non solo per le due unghie ma anche per le due dita.

Il becco è meno sviluppato di quello della specie precedente, in lunghezza è quasi $^1/_4$ del capo; l' unghia che più vi s' avvicina in dimensioni è l' interna.

La curva dell' unghia media è perfettamente simile a quella del becco; mentre quella dell' unghia interna ne differisce alquanto.

Asio accipitrinus.

Fig. 18_a — 18_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	18	17	15	16	Becco	16
Dito (lunghezza).	25	28	19	11	Capo	63

L' unghia più sviluppata è l' interna, la media è maggiore di quella del pollice e questa più di quella esterna. Delle dita il più lungo è il medio, l' interno è più lungo dell'esterno e il pollice, molto più breve della sua unghia, è il più corto. Il becco è quasi $^1/_4$ della lunghezza del capo; in dimensioni è perfettamente uguale all' unghia del pollice.

La curva dell' unghia media è perfettamente simile a quella del becco , le altre, quasi eguali tra di loro, ne differiscono un poco.

Scops giu.

Fig. 19_a — 19_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	9	9	7 $^1/_2$	7 $^1/_2$	Becco	10
Dito (lunghezza).	16	17	12	9	Capo	38

Le unghie sono a due a due perfettamente uguali; l' interna è uguale alla media e sono le più sviluppate, l' esterna e quella del pollice uguali pur esse sono le meno sviluppate. Delle dita il medio è il più lungo , l' interno sebbene più corto po-

chissimo ne differisce, l'esterno è più lungo del pollice. Il becco è in lunghezza $^1/_2$ del capo, delle unghie vi s'avvicinano di più in dimensioni la media e l' interna. L'unghia, la cui curva ha più somiglianza con quella del becco è l' unghia del pollice che è quasi eguale all' interna, la media vi s' avvicina di più dell' esterna.

Strix flammea.

Fig. 20_a — 20_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia.	21	14	15	14	Becco	21
Dito.	28	30	22	17	Capo	59

Nella *Strix flammea* osserviamo una grande sproporzione tra l' unghia interna e le altre; cioè mentre le altre unghie poco differiscono fra loro, questa invece ne è molto più sviluppata. Questo fenomeno è unico nei Rapaci da me esaminati. Delle dita il più lungo è il medio, l' interno più lungo dell' esterno, il pollice il più corto. Il becco è in lunghezza un poco più di $^1/_3$ del capo, in dimensioni è perfettamente uguale all' unghia interna. La curva del becco è perfettamente uguale a quella dell'unghia interna, delle altre curve, poco dissimili fra di loro, quella dell' unghia esterna e quella dell' unghia del pollice vi s' avvicinano di più di quella media.

RIEPILOGO DELLE OSSERVAZIONI PRECEDENTI.

Da quanto abbiamo visto, lo sviluppo e la forma del becco e delle unghie, nelle varie specie dei Rapaci italiani non rimane invariato, ma subisce delle modificazioni intimamente

connesse ai costumi delle varie specie; sempre però la forma dell' unghia differisce poco da quella del becco, e abbiamo osservato varî casi in cui i due organi ci si presentano perfettamente identici. In quanto allo sviluppo assoluto delle unghie, nelle 20 specie considerate in questo lavoro, abbiamo ottenuto i seguenti risultati, cioè: in dodici casi l' unghia più sviluppata è stata l'interna, in dieci casi quella media e quella del pollice ed in un sol caso soltanto quella esterna (*Strix flammea*). Alcuni autori asseriscono che l' unghia più sviluppata sia quella del pollice; ciò si ottiene soltanto quando si considera l' unghia in rapporto al dito, cosa che per evitare confusioni ho voluto eliminare.

In generale l' unghia la cui curva mostra nelle varie specie maggior somiglianza colla curva del becco, è l' unghia media; quella che nel massimo dei casi se ne scosta di più è l'esterna. In quattro casi poi l' unghia interna ha una curvatura perfettamente uguale a quella del becco, e mentre il pollice in due casi soli ci mostra tale somiglianza, la media invece ci si presenta quattro volte perfettamente uguale al becco; sicchè possiamo conchiudere che l' unghia media e l' interna sono quelle che sì per la forma come per lo sviluppo, s' avvicinano di più al becco.

Anche le proporzioni tra becco e capo sono poco variabili: generalmente osserviamo che in lunghezza il becco oscilla tra $^1/_2$ e $^1/_4$ della lunghezza del capo.

Nelle precedenti descrizioni ho preso ad esaminare soltanto il margine superiore del becco, e sebbene abbia adottato il nome generico di becco, questo va preso in senso particolare; però non volendo tralasciare di dare un' idea della parte inferiore di esso e del suo sviluppo, riporterò qui appresso un quadro comparativo d' onde risulterà il rapporto tra la lunghezza della corda della curva descritta dal margine esterno della parte superiore del becco e la lunghezza della parte inferiore di esso, per pote-

re così mostrare in quali specie le due parti ci si presentano maggiormente differenziate.

GENERE E SPECIE	Lunghezza parte sup. becco corda	Lunghezza parte inf. corda
Falco communis, sottospecie: peregrinus.	20	12
Tinnunculus alaudarius.	14	9
Cerchneis vespertinus	12	7
Aesalon regulus	12	7
Accipiter nisus.	15	7
Aquila chrysaëtos.	55	35
Aquila heliaca.	37	19
Pandion haliaëtus	33	19
Milvus ictinus.	30 $^1/_2$	21
Circus Swainsonii, ...	18	14
Circus aeruginosus	20	13
Circus cineraceus.	16	11
Buteo vulgaris.	20	11
Gyps fulvus	53	35
Carine noctua.	14	7
Bubo ignavus.	34	25
Asio otus	15	10
Asio accipitrinus.	16	8
Scops giu	10	6
Strix flammea.	21	11

Come si vede dal precedente quadro la parte superiore del becco è sempre più sviluppata dell' inferiore; questa variazione di sviluppo non si mantiene costante, ma cambia secondo le varie specie che prendiamo a considerare. Così per es. in alcuni Falchi la parte superiore è quasi il doppio dell' inferiore. Negli autori riscontriamo le stesse proporzioni. Nell' *Aquila chrysaëtos* la parte superiore è di $^1/_3$ più lunga dell' inferiore, mentre nell' *Aquila heliaca* la supera invece del doppio. Nei Falchi di palude la differenza tra le due parti del becco oscilla tra $^1/_3$ e $^1/_2$. Nei Rapaci notturni il rapporto varia alquanto nelle diverse specie, talvolta è minore di $^1/_3$ talvolta supera $^1/_2$.

Osservazioni sugli altri ordini di Uccelli.

Prima di cominciare un esame sommario sullo sviluppo del becco e delle unghie in altri principali ordini di uccelli, debbo accennare un fatto di notevole importanza, cioè a un fatto presentatoci da un gruppo di Rampicanti: gli Psittaci, nei quali

riscontriamo, in grado però meno evidente, lo stesso fatto di somiglianza, fra questi organi.

Gli Psittaci per lo più si nutrono di semi, e vegetali d'onde quindi questa speciale conformazione?

Se negli Psittaci troviamo le unghie alquanto robuste ed arcuate mentre la loro alimentazione è molto differente di quella dei Rapaci; esse però hanno nella nutrizione una certa funzione. I loro piedi sono tanto perfetti che agiscono come vere mani capaci di afferrare, tenere e rivolgere per ogni verso oggetti voluminosi, le unghie forti ed adunche agevolano molto questa funzione. Inoltre se osserviamo un pappagallo, anche rinchiuso in un' ampia gabbia, vediamo ch' esso si muove in modo particolare, che non ha nulla da fare, col repentino moto del resto degli uccelli; i suoi movimenti lenti e metodici si compiono col becco e col piede che s' aiutano vicendevolmente. Perciò la somiglianza della curva della parte superiore del becco e quella delle unghie dipende oltre che dalla funzione di nutrizione, anche dall' essere questi organi di molto usati nella funzione di movimento; e possiamo quindi considerarli come parti del corpo, che adattandosi al conseguimento del medesimo fine ricevono per esso la forma e lo sviluppo analogo.

Incomincerò pertanto questa seconda parte collo studio dei Rampicanti.

Sittace coerulea.

Fig. 21_a — 21_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	20	27 $^1/_2$	22	18	Becco	74
Dito (lunghezza)	39	58	50	21	Capo	70

L' unghia più sviluppata è la media, l'interna meno dell' esterna, ma più sviluppata di quella del pollice. Delle dita il medio è il più lungo, l'interno più corto dell' esterno, ma più lungo del pollice. Il becco, più lungo del capo, supera di molto in lun-

ghezza le unghie. L' unghia la cui curva s' avvicina di più a quella del becco è la media, l' interna più dell' esterna e questa più di quella del pollice.

Tra i Rampicanti, considererò anche una specie della famiglia dei Tucani. Sono uccelli esotici molto caratteristici per lo sviluppo straordinario e la forma curiosa del loro becco, mentre d' altra parte ci mostrano unghie pochissimo sviluppate e quasi rudimentali.

Pteroglossus atricollis.

Fig. 22_a — 22_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	6	7	8 $^1/_2$	8	Becco	70
Dito (lunghezza)	19	25	21	9	Capo	26

Dal superiore quadro si vede chiaramente come tra il becco e le unghie non vi sia alcun rapporto di sviluppo, difatti le unghie presso che uguali fra loro sono pochissimo sviluppate, sia in senso assoluto, sia relativamente alla lunghezza delle dita. Il becco è tre volte più lungo del capo, nove volte più lungo dell' unghia del pollice, che è la più sviluppata. Dall'esame delle fotografie di queste parti si vede evidentemente che tra il becco e l'unghia non vi è somiglianza alcuna.

Si nutre di sostanze vegetali e di frutta.

PASSERACEI.

In quest' ordine osserviamo relativamente alla forma del becco diversi gruppi: i Conirostri, provvisti d' un becco forte di forma conica; i Lesinirostri con becco a forma di lesina, i Fissirostri con becco ben forte alla base, i Dentirostri con becco dentellato e finalmente i Levirostri a becco debole. Però a tutte queste forme di becco non corrisponde un' eguale varietà di unghie, poichè queste si mantengono quasi sempre della stessa forma; sol-

tanto nelle specie camminatrici si osserva uno sviluppo eccessivo dell'unghia del pollice, e in alcuni casi, come nei Corvi, si trovano unghie molto arcuate.

Corvus corax.

Fig. 23_a — 23_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterne mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	15 1/2	16	20	25	Becco	63
Dito (lunghezza)	35	49	38	31	Capo	60

Le unghie sono bene sviluppate rispetto alle dita, però non raggiungono le proporzioni che abbiamo osservato pei Rapaci. Il becco è più lungo del capo ed è il quadruplo dell' unghia media. Dalle fotografie si rileva chiaramente come, sebbene tanto il becco quanto l' unghia siano curve purtuttavia vi è fra di esse tanta dissomiglianza da non potere stabilire alcun confronto.

Si nutre per lo più di semi che può facilmente rinvenire in mezzo alla terra, scavando col suo forte, robusto e lungo becco.

COLOMBE.

Nelle Colombe si osserva un becco debole, quasi membranoso, più largo che alto e leggermente convesso alla punta; unghie deboli poco curve, più arcuate nelle specie arboree.

Palumbus torquatus.

Fig. 24_a — 24_e

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	10	11	10	11	Becco	20
Dito (lunghezza)	22	31	26	15	Capo	46

Le unghie sono poco sviluppate; uguali fra loro ma più piccole del becco che ha la parte molle basale molto considerevole.

Dalle fotografie si vede come il becco ci mostri curva soltanto la parte apicale, mentre nel resto è perfettamente retto; niun paragone si può fare tra la forma di esso e quella delle unghie.

Si nutre per lo più di vegetali e di semi.

GALLINACEI.

Nei gallinacei osserviamo generalmente becco robusto, corto, largo ed elevato, colla parte superiore a volta e ricurva alla punta. Le unghie sono tozze e appena arcuate.

Caccabis saxatilis.

Fig. $25_a - 25_e$

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	9 1/2	9	7 1/2	7	Becco	16 1/2
Dito (lunghezza).	27	37	30	11	Capo	42

Le unghie sono poco sviluppate; delle dita il pollice ci si presenta estremamente ridotto. Dalle fotografie si vede chiaramente come, benchè unghie e becco ci presentino una certa curvatura, pur tuttavia non si possa stabilire alcun confronto fra essi, per la grande differenza nelle dimensioni.

Si nutre di vegetali di semi.

TRAMPOLIERI.

I trampolieri sono un ordine d'uccelli con becco di forma variabilissima, ora molto lungo, ora mediocre, ora alto, ora depresso; unghie costantemente deboli più o meno arcuate spesso appuntite.

Egretta garzetta.

Fig. $26_a - 26_e$

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	11	16	12	10	Becco	85
Dito (lunghezza)	43	66	57	26	Capo	47

Le unghie sono poco sviluppate, il becco più lungo della testa è circa sette volte più lungo delle unghie. Dalle fotografie risulta evidente che becco ed unghie hanno forme essenzialmente differenti.

Si nutre di animalucci acquatici.

PALMIPEDI.

Becco di forma variabile, unghie molto ridotte, quasi rudimentali.

Marmaronetta angustirostris.

Fig. $27_a - 27_e$

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda)	7	8	6	—	Becco	46
Dito (lunghezza)	32	45	40	—	Capo	50

Le unghie sono pochissimo sviluppate, mentre il becco è forte, robusto e lungo quanto la testa. Dalle fotografie emerge evidente la differenza di forma tra becco ed unghie, cioè mentre quello è diritto, queste sono alquanto incurvate.

Si nutre di pesciolini e animalucci acquatici.

CORRIDORI.

All' ordine dei Corridori vi appartengono uccelli dal becco diritto, ottuso, talvolta lungo, tal'altra di mezzana lunghezza, ora piatto, ora esile, con narici allungate.

Unghie ora grandi, tozze, piatte inferiormente e tipiche dei *pedes cursores;* ora esili e alquanto arcuate.

Rhea Darwinii.

Fig. $28_a - 28_e$

	Interno mm.	Medio mm.	Esterno mm.	Pollice mm.		Lunghez. mm.
Unghia (corda) . . . . ,	44	44	40	—	Becco	74
Dito (lunghezza)	46	87	55	—	Capo	120

Le unghie sono ben sviluppate, come pure il becco; però la conformazione di questo e quelle ha notevoli e profonde differenze, come si può vedere dalle fotografie riportate.

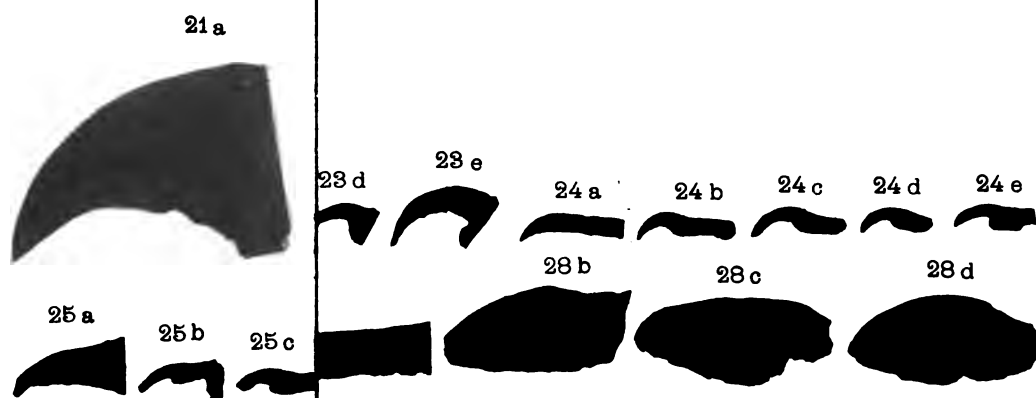
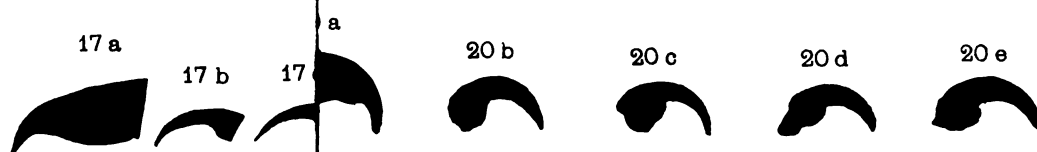
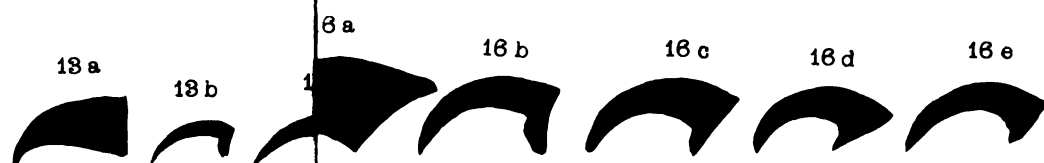
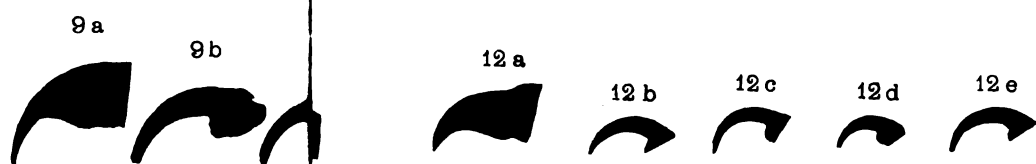
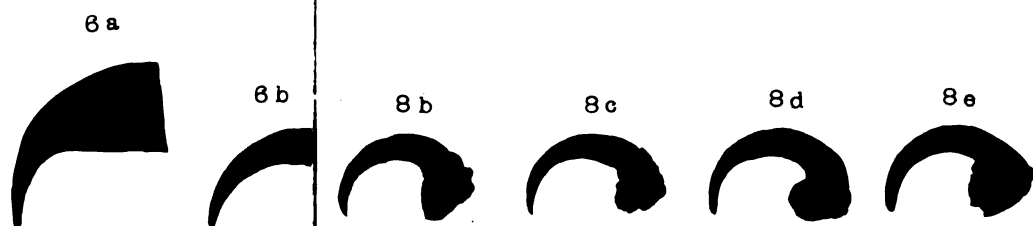
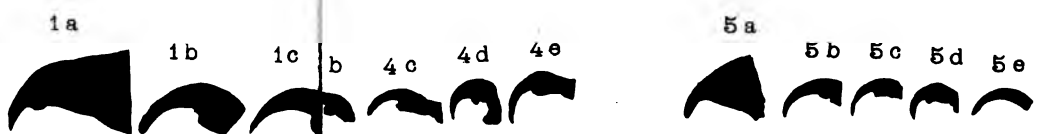
Si nutre di sostanze vegetali.

CONCLUSIONE

Come abbiamo precedentemente osservato nei Rapaci, ove più ove meno si è riscontrato una certa analogia tra la curvatura del becco e quella dell' unghia; abbiamo rilevato anche dei casi in cui queste due curve ci si presentano perfettamente identiche, ma abbiamo peraltro visto come questo fatto si osservi soltanto negli uccelli predatori e come esso sia in perfetta armonia colla funzione ,da tali organi adempiuta; ci rimane ora di specificare a quale fattore sia dovuto. È evidente ch' esso è da attribuirsi ad un fenomeno di convergenza. Si dà infatti il nome di convergenza alla somiglianza perfetta tra due specie differenti o tra due diversi organi, per adattamento alle stesse condizioni di vita. Il caso da noi considerato presenta un' importanza notevole perchè due organi della medesima specie, d'origine e struttura differente adattatisi alla medesima funzione, hanno man mano modificato la loro forma primitiva ed assunto un' organizzazione consimile. In questo fenomeno bisogna però considerare due stadî. In un primo stadio la metà superiore del becco ha preso una forma consimile a quella dell' unghia primordiale; in un secondo stadio poi, sia il becco che l' unghia, si sono parallelamente perfezionate per essere meglio adatte ad un'unica funzione. Però passando in rassegna le varie specie di Rapaci, abbiamo visto che, per quanto piccola, alcuni gruppi presentano una certa differenza nelle proporzioni tra becco ed unghia; ciò dipenderà certamente dai costumi dell' uccello, che può esercitare di più l'uno o l' altro di questi organi; o si può anche spiegare coll'adattamento alla rapina più o meno recente, che alcu-

ne specie hanno subito. Così per esempio nel gruppo delle aquile la parte superiore del becco è più sviluppata delle unghie, ciò ci fa supporre che questi esseri s' adattarono alla rapina in un periodo antichissimo. In tutti gli altri gruppi di Rapaci il becco corrisponde in dimensioni ad una fra le unghie, a quella cioè che aiuta maggiormente la funzione del becco.

Da ciò si vede quanto intimo sia il legame tra lo sviluppo dell' uno e dell' altro di questi organi; legame reso ancor più manifesto dalla somiglianza di forma, il che ci porta a conchiudere ch' esso è un vero fenomeno di convergenza.

Dal laboratorio dell' Istituto di Zoologia e Anatomia comparata della R. Università di Catania. Giugno 1899.

Memoria XVIII.

Primo contributo alla struttura ed alla Biologia del CYNOMORIUM COCCINEUM

Memoria del Prof. P. BACCARINI e del Dott. P. CANNARELLA

Il *Cynomorium coccineum L.* è, senza dubbio, una delle piante più singolari e bizzarre del dominio mediterraneo. Il suo tenore di vita, il suo aspetto così diverso dalle altre piante della regione e la sua singolare struttura, lo hanno reso oggetto di numerose ricerche; ma ciò non ostante sono molte ancora le oscurità e le incertezze che dominano intorno alla sua composizione anatomica ed alla sua biologia. Anche senza tener conto dei dati relativi alla struttura ed alla evoluzione fiorale (1), non sono pochi i punti controversi offertici dalla storia del suo apparato vegetativo.

Noi sappiamo difatto ben poco intorno al processo di germogliazione dei semi; nulla intorno alla struttura della plantula ed al modo col quale si fissa sull'oste.

Per quel che riguarda il processo di moltiplicazione vegetativa non abbiamo alcun dato rigorosamente accertato; quantunque il Solms Laubach abbia sospettata l' esistenza di un tallo intermatricale (41 pag. 35) ed il Martelli, pur confermandola, abbia assegnata per tale ufficio maggiore importanza alle radicelle considerate anticamente come austorii sussidiarii. Ancora da più d' uno è accettata l' opinione del Martius (36) sul

(1) Non ci occupiamo in queste ricerche dello sviluppo e della struttura fiorale conoscendo che tale argomento è stato preso ad oggetto di studio da altri egregi amici e colleghi.

tipo di decorso dei fasci in questa pianta, quantunque l'Ungher l'abbia combattuta fin da molti anni addietro: e da tutti poi si ammette, sulla fede dell'Eichler, che il germoglio del *Cynomorium* abbia origine esogena.

Ci paiono queste ragioni sufficienti a giustificare il nostro intendimento di procedere ad una revisione generale della struttura e dello sviluppo dell'apparato vegetativo della pianta.

***

La conformazione esteriore di un ceppo di *Cynomorium* è stata così bene descritta dal Weddel (48) e da altri che è superfluo diffonderci qui in dettagli al riguardo: ma crediamo conveniente fermarci sulla sua struttura anatomica per completare o rettificare il già noto.

Soltanto dobbiamo avvertire, a chiarimento della nostra esposizione, che noi chiameremo col nome di *Rizoma* quel tratto cilindrico e sotterraneo del caule, a decorso orizzontale, il quale va dalla base dell'infiorescenza fino alla inserzione del parassita sull'oste: col nome di *Tubero* il corpo centrale di ogni ceppo dal quale partono i singoli rizomi in numero vario: con quello di *austorio* la parte intramatricale di ogni singolo tubero: con quello di *rizotubercolo* o semplicemente *tubercolo* i giovani tuberi di origine radicale; di *Radicelle* le radici del *Cynomorium*; di *Squame* le foglie del rizoma e di *Brattee* quelle dello scapo fiorifero.

Il Rizoma

La sezione trasversale di un rizoma di *Cynomorium* ci lascia, come è noto, distinguere un gran numero di fasci sparsi in seno ad un parenchima fondamentale senz'ordine apparente e variamente orientati: poichè, se il più delle volte il loro legno è rivolto all'interno ed il libro all'esterno, non mancano casi

di una disposizione inversa e sono tutt' altro che rare le disposizioni intermedie.

Il parenchima fondamentale è sensibilmente omogeneo e riccamente amilifero salvo alcuni piani periferici di cellule, le quali suberificano le loro membrane, si vuotano d' amido ed assumono una colorazione giallo-bruna pel diffondersi dei composti tannici dal succo cellulare nel corpo protoplasmico e nello spessore della membrana, e del loro consecutivo ossidarsi. Ma, eccezione fatta dalle reazioni della suberina, che offrono le membrane di queste cellule periferiche, mancano gli altri caratteri che distinguono il tessuto sugheroso normale; e segnatamente la regolare disposizione delle cellule in serie radiali e la loro derivazione da un particolare fellogeno.

Una vera epidermide si trova solo nei giovani rizomi, ma anche qui essa offre così poche differenze dal parenchima sottostante, che si comprende come il Mayen (37) ed altri, fossero restii ad ammetterne l' esistenza.

Tuttavia, come nota l' Ungher (l. c. pag. 279), i suoi elementi sono alquanto più piccoli dei sottostanti: sono meno ricchi di amido, e ricoperti da un tenue velo di cutina, ma per contrapposto la connessione reciproca delle pareti laterali è così debole e la regolarità della forma e della aggregazione così povera, che, quando gli strati sottostanti suberificano, si stenta a riconoscerla, anche perchè gli stomi vi fanno assolutamente difetto.

Tanto l' epidermide, quanto il parenchima fondamentale, e più questo che quella, sono carichi di granuli di amido e di composti tannici.

I granuli di amido sono variabilissimi di forma: ora semplici e rotondi misurano dai 4 ai 7 μ, ma la maggior parte sono granuli composti, risultanti ciascuno di 2 a 6 ed anche 8 granuli elementari, aggregati in maniera da ricordare molto davvicino, per la forma e pei caratteri della fenditura ilare, l' amido di Colchico; si comprende quindi come, pur essendo la dimen-

sione dei granuli elementari quella sopra indicata, il granulo composto possegga un volume molto maggiore e variabile.

Nei casi più favorevoli, il suo diametro massimo può salire a 32 μ ma il più delle volte si mantiene tra i 17 ed i 24 μ.

Le stratificazioni sono mediocremente appariscenti.

I composti tannici sono, com'è noto, abbondantissimi e ad essi deve la pianta le sue proprietà medicinali. Tutto il parenchima fondamentale rigurgita di questa sostanza e ricchissimo ne è ancora il parenchima legnoso: quello del libro al contrario ne è povero. Le cellule meristemali ed i vasi crivellati sono i soli elementi che non ne rivelino traccia all' azione dei sali di ferro e del Bicromato di Potassa.

I fasci fibrovascolari sono a tipo collaterale aperto, interamente privi di elementi meccanici e tutti costituiti in egual maniera. Insistiamo specialmente sull' assenza di elementi meccanici, perchè non ci fu mai dato di incontrare nel ricco materiale che abbiamo esaminato quei cordoni di fibre che il Chatin descrive e figura (11 pag. 253 Tav. XCIV).

Nella sezione trasversa i fasci appajono per lo più distribuiti senz' ordine alcuno, ma non di rado, specialmente nelle parti sottili del rizoma, si giunge a riconoscervi per lo meno una tendenza alla distribuzione su cerchie concentriche: e se si ricorre alle sezioni in serie ed a quelle longitudinali si finirà col convincersi che tale è la loro effettiva ed originaria disposizione, quantunque per la irregolarità del contorno delle singole cerchie non risulti bene evidente a prima vista. La loro grossezza è molto variabile ma di regola i fasci più profondi (e come vedremo i più antichi) sono abitualmente più robusti degli altri: il loro contorno è un largo ovale, essendo la porzione xilematica più stretta di quella floematica ed assottigliantesi all'apice.

Il legno è costituito soltanto da adroma. Le primane vascolari, osservabili all'estremità acuminata di ciascun fascio, constano di stretti vasi a tipo spirale: nei quali però il decorso della spira è molto irregolare. Difatti questa è ora semplice, ora

doppia , a liste d' inspessimento ora parallele ed ora incrociate, poi di tratto in tratto s' interrompe e lo stesso vaso può passare nei varii tratti della sua lunghezza, dal tipo spirale a quello reticolato e rigato.

La scarsità di queste primane ed il loro accantonamento all' estremo della porzione legnosa del fascio spiega come siano sfuggite alla maggior parte degli autori, e sieno state segnalate per la prima volta dal Chatin (10 pag. 599) nel 1891.

Una semplice ispezione alla Fig. 4 Tav. I dimostra la relativa scarsezza delle primane xilematiche in confronto alle floematiche più numerose e robuste.

Per quanto riguarda la svolgibilità del filo spirale, noi non possiamo per altro andare d' accordo con lui, non essendo mai riusciti ad osservare tale fenomeno. Tutti gli altri elementi vascolari del legno constano di tracheidi in massima parte d' oririgine cambiale: nè mancano eziandio dei casi nei quali in seno al procambio non si differenziano affatto primane vascolari ed il legno resta costituito da sole tracheidi e parenchima secondarii.

La loro forma è molto variabile: ora sono prismatiche a base retta od obliqua: ora più o meno bernoccolute ed irregolarmente ramose: ora lasche ed ora fittamente addensate in noduli e cordoni compatti, cogli inspessimenti molto marcati ed attraversanti talvolta la cavità cellulare da una parete all' altra

Il parenchima legnoso occupa tutti gli interstizi ed i vani lasciati liberi dalle tracheidi e nei fasci minori si presenta abbastanza uniforme. È solo nei fasci maggiori e più profondi (Tav. I fig. 1 *rm*), che certe sue file si dispongono con sufficiente regolarità attraversando il fascio radialmente da un capo all' altro in modo da ricordare la disposizione dei raggi midollari. Noi non esitiamo a considerare queste file di cellule, alte dai tre ai quattro piani e larghe due o tre soltanto, come dei raggi midollari rudimentali, paragonabili ai raggi secondari dei fasci delle dicotiledoni, sia perchè gli elementi che lo compon-

gono sono prevalentemente allungati in direzione radiale, sia perchè se ne può seguire la formazione e lo sviluppo in seno ad un fascio originariamente semplice.

Accade talvolta che attraverso la porzione floematica del fascio (come del resto comincia ad avvertirsi nel fascio disegnato alla Tav. I fig. 1 *prm*), gli elementi estremi del raggio si arrotondino e si confondano col parenchima fondamentale, in modo da dare l' impressione che non si tratti di un fascio separato in due o più porzioni per opera di un raggio midollare costituitosi nel suo seno, ma di più fasci originariamente distinti e solo avvicinati fra loro per l' estremità dei rispettivi xilemi, tanto più che l' amido di questi raggi midollari ricorda molto più davvicino quello del parenchima fondamentale, che quello del parenchima legnoso perivasale, che è di regola a granuli semplici e minuti.

Non è difficile però nella più parte dei casi mettere a posto le cose: poichè a tacer d' altro, s' incontrano in mezzo a queste falde parenchimatiche di dubbia pertinenza, dei gruppi di Keratenchina dati dagli avanzi delle primane cribrose, respinte all' esterno dell' attività del cambio (Tav. I, fig. 1ª *prfl.*)

Gli elementi parenchimatici del legno hanno, tutti senza eccezione, membrane sottili e cellulosiche: sono ricchi di protoplasma e di amiloplasti elaboranti dei minuti granuli di amido semplici e rotondi. Il succo cellulare contiene dei composti tannici e rivela, al reattivo del Fehling, forti proporzioni di zucchero d' uva.

Il floema consta di un aggregato di cellule cambiformi e di vasi crivellati con cellule annesse. Le scarse primane floematiche, ad articoli molto più lunghi dei vasi cribrosi consecutivi; vengono di buon ora respinte alla estremità del floema; e non è difficile che le fibro-cellule od i cordoni fibrosi del Chatin (V. II p. 518 e segg.) possano essere dei gruppi di primane floematiche degenerate.

Queste in effetto hanno pareti cellulosiche alquanto più

spesse e forma molto allungata e quasi fibrosa, in confronto almeno agli elementi cribrosi sviluppantisi più tardi.

La proporzione tra i vasi crivellati e le cellule cambiformi è molto variabile predominando in un fascio ora quelli ora queste, ed il numero delle cellule annesse è di regola due (Tav. I fig. 1ª *vci*). Quando più vasi crivellati si accumulano insieme non riesce sempre facile distinguere la posizione ed il numero delle rispettive cellule annesse; perchè il loro diametro raggiunge spesso quello del segmento vascolare e non sempre il nucleo del vaso crivellato scompare. La parete crivellata è occupata da un solo crivello a fori rotondi, situati a regolare distanza: non di rado segnatamente col reattivo del Chodat (1), (previo trattamento all' acqua di Iavelle) vi si mettono in evidenza dei robusti depositi callosi sopra ambedue le faccie e ricchi accumuli di materie proteiche.

I fasci aumentano di spessore per l'attività abbastanza energica di un cambio intrafasciale, il quale si comporta alla maniera di quello delle Dicotiledoni ed elabora, quasi uguali porzioni di legno e di libro. Dalla parte del xilema ogni segmento della cellula cambiale diventa, senza ulteriori segmentazioni, ora una cellula parenchimatosa, ora un tracheide; e dal lato del libro ora una cellula cambiforme, ora l' iniziale di un articolo di vaso crivellato (cellule annesse comprese). Sono soltanto quelle cellule cambiali che daranno origine ai raggi midollari intrafasciali, che subiranno una od al massimo due segmentazioni trasverse: con che si spiega la minore altezza di tali elementi in confronto agli altri.

Attorno ai fasci singoli noi non siamo riusciti a riconoscere alcuna particolare guaina periciclica, endodermica o fleotermica; gli elementi che si trovano a contatto del fascio hanno

---

(1) Ci torna gradito il ringraziare il chiaro Prof. di Ginevra, per la cortesia con la quale ci ha fornito non solo tutti gli schiarimenti relativi alla preparazione del suo reattivo, ma ha anche voluto inviarcene del preparato da lui.

gli stessi caratteri del restante parenchima fondamentale; e se talvolta assumono in apparenza una particolare orientazione rispetto a quest' ultimo, si può sempre constatare che si tratta di fenomeni di stiramento delle membrane provocati dall' ingrossare del fascio.

Non possiamo quindi trovarci d' accordo col Chatin che attribuisce al *Cynomorium* un endoderma incompleto. (*Introduzione* p. XIII-XIV Tav. XCIII fig. 1).

Anche qualche figura dei fasci di *Langsdorffia*, data dall'Ungher nel suo citato lavoro, rappresenta attorno ai fasci procambiali una guaina che per la forma e l' orientazione dei suoi elementi potrebbe esser considerata come un fleoterma. Noi riteniamo per lo meno dubbio che tale guaina possa avere realmente il significato e l' origine di un vero fleoterma.

Nel rizoma i singoli fasci decorrono, come ha già riconosciuto il Weddel (48 p. 277) e prima di lui l'Ungher (43 p. 217) e l' Hooker (29 p. 9) con sensibile parallelismo radiale, in quanto che si mantengono ad una distanza quasi costante dall' asse del caule e quand' anche deviino dalla linea retta; il che, per dir vero, avviene con molta frequenza: le deviazioni seguono sempre tangenzialmente al rizoma. Ne deriva così che i singoli fasci si allontanano e si avvicinano lateralmente più o meno fra loro: ed anche si fondono assieme; ma di rado e solo per eccezione uno di essi viene in contatto con un altro situato più all' esterno o più all' interno in direzione radiale. In realtà questi fasci sono ordinati, come si è detto, su parecchie cerchie incluse l' una dentro l' altra e sufficientemente distinte. (Tav. 3ª fig. 10). I fasci delle cerchie rispettivamente più interne ed esterne entrano frequentemente in connessione anatomica fra loro a mezzo di particolari e brevi fascetti commissurali che attraversano il parenchima fondamentale sotto un angolo molto variabile ed in senso radiale.

Ogni singola cerchia, insomma, forma un reticolato a larghe maglie, paragonabile, sino ad un certo punto, a quello dei

rizomi delle felci (come già ha fatto avvertire l' Ungher l. c.) ed i singoli reticolati si connettono tra loro per mezzo dei fascetti commissurali o trasversi in una salda impalcatura.

Il numero di questi fasci, che è grande nelle parti superiori del rizoma e raggiunge il massimo nell' infiorescenza, va progressivamente diminuendo verso la base, finchè là dove ogni singolo rizoma s' innesta sul tubero, si riduce a soli cinque o sei, abitualmente disposti in una cerchia unica.

Si ripete così lo stesso comportamento osservato dal Chatin per l' *Helosis guyanensis* (11, p. 532), dove i fasci del rizoma sono collaterali e disposti in circolo, mentre nella *hampe* crescono considerevolmente di numero e si disperdono irregolarmente; soltanto nel caso nostro il tratto, pel quale questi fasci si mantengono sopra un'unica cerchia, è molto breve ed il momento nel quale tale disposizione si manifesta è molto fugace, giacchè intervengono di buon' ora dei fenomeni perturbatori. Di queste diverse cerchie di fasci, solo le periferiche vanno considerate come formate di fasci comuni risultanti cioè dalla fusione delle singole traccie fogliari, trovantesi sul medesimo ortostico; la cerchia profonda (la prima a svilupparsi) invece è una cerchia speciale al fusto (Tav. III fig. 9-10) e non entra in rapporto diretto colle tracce fogliari. Una tale disposizione è evidentemente più paragonabile al tipo filicino di decorso dei fasci che a quello monocotiledoneo, ma dall' uno e dall' altro tipo questi fasci si distinguono per la presenza di un cambio interno e la struttura e l' orientazione dei loro elementi.

Devono quindi ritenersi, e sono, fasci di tipo dicotiledoneo, quantunque il loro decorso non sia simile a quello più comunemente dominante tra le dicotiledoni. Si può del resto avvertire che non mancano anche tra esse esempii di un simile decorso. La stessa disposizione infatti o per lo meno disposizioni simili vennero osservate dal Goeppert (21) e dal Beccari (5) per le *Balanophora;* dal Solms per la *Cistanche lutea* (39 p. 522), dal De Bary (12 p. 264) e dal Koch (31 p. 162 e seg.) per parec-

chie *Orobanche;* e se si voglia abbandonare il campo delle parassite ci sembra che la disposizione dei fasci nel caule di parecchie Cichoriacee e segnatamente della *Scorzonera ensifolia*, illustrata dal Kruck (32 pag. 204) e negli organi ipertrofici di molte crucifere coltivate, non sia molto dissimile da quello del *Cynomorium*.

La Foglia

L'apparecchio fogliare del *Cynomorium coccineum* comprende tre sorta di foglie cioè le squame, le brattee e le bratteole.

Le squame sono da considerarsi come foglie vegetative ridotte e si trovano sulle parti inferiori del rizoma e del caule: hanno forma triangolare acuminata, sono alquanto più spesse nel mezzo, assottigliate ai margini e percorse, lungo il loro asse, da un tenue fascetto fibro-vascolare.

L' epidermide vi è poco distinta perchè le sue cellule, quantunque strettamente connesse fra loro, hanno la parete esterna non più spessa delle pareti laterali ed interne e ricoperta da una cuticola esilissima ed appena avvertibile. Sono ricche di amido come il tessuto sottostante. Nelle squame inferiori e più prossime quindi al punto di partenza del rizoma, mancano gli stomi: e questa è forse la causa per la quale il Weddel (49 p. 285) e gli altri prima e dopo di lui li hanno negati: ma nelle squame che si vanno avvicinando alla regione anteriore del rizoma essi si incontrano con una frequenza sempre maggiore.

Sono già stati del resto annunciati dal Pirotta e dal Longo (38), quantunque noi pure fin dalle prime nostre ricerche li avessimo incontrati.

Sono, nei casi tipici, dati da due cellule semilunari corte e tozze, le quali circuiscono uno stretto canale ostiolare ed una camera anteriore e posteriore imbutiforme, colle aperture opistiali ed esodiali larghe e beanti (Tav. 1ª fig. 2ª). Queste semilunari sono molto più brevi delle epidermiche vicine: cosicchè restano

abitualmente nel fondo di una depressione che può considerarsi come una vera e propria camera respiratoria esterna e la cui forma e dimensione è estremamente variabile: tanto più che pel corrugarsi della lamina fogliare vengono a formarsi sulla superficie della foglia dei solchi e delle cripte più o meno profonde, le quali ospitano quasi sempre un certo numero di stomi, senza per altro che questa localizzazione possa ritenersi come abituale e costante.

La direzione della fenditura stomale, in rapporto all' asse principale della foglia, è assolutamente priva di costanza e le variazioni nella struttura, già figurate dal Pirotta e dal Longo (l. c.) stanno secondo noi ad indicare che si tratta in effetto di organi ridotti, probabilmente in via di progressiva eliminazione.

Il parenchima fogliare è formato da elementi cilindrici, leggermente curvi verso l'asse del caule, sul quale le squame si adagiano, arrotondati agli estremi in modo da lasciare numerosi meati, a membrane cellulosiche, sottili e munite di larghe depressioni (non sempre ben evidenti) sui tratti delle pareti che combaciano fra loro.

I granuli di amido vi sono abbondantissimi e della stessa forma che nel rizoma: tra i granuli composti predominano quelli a quattro elementi disposti come gli angoli di un tetraedro.

Il fascio vascolare è formato da un tenue cordoncino di tracheidi corte, tozze, per lo più brevemente ramose, a punteggiature ellittiche disposte in parecchie file a decorso irregolare e qua e là intrecciantesi e fondentesi assieme. Il parenchima paratracheale che le avviluppa è ricco di amido e differisce da quello fondamentale della foglia unicamente per la sua maggiore compattezza o per la forma alquanto più allungata dei suoi elementi. Verso la base della squama la struttura va diventando più definita, le tracheidi van diventando più strette e più lunghe, con più regolare aggregazione ed il loro tipo si può ricondurre nettamente allo spirale, quantunque non si abbiano qui in realtà le trachee svolgibili (deroulables) del Chatin. In questa regione

sul dorso delle trachee si rende manifesto anche il floema, rappresentato da un certo numero di vasi crivellati e da alcune file di elementi privi di amido e che, a buon diritto, possono venir riferiti al parenchima del libro.

Questi elementi della foglia hanno una vita molto breve e di buon' ora assumono una tinta bruna, specialmente pel diffondersi dei composti tannici del succo cellulare, in seno al protoplasma ed alla membrana. Poco prima però di tale processo, sembra che i materiali utili che essi contengono, migrino verso le parti più vegete della pianta, come si può dedurre dalla tenuità dell' utricolo protoplasmico e dalla povertà dei granuli di amido che residuano nelle cellule morte.

Dalle squame dell' apparato vegetativo derivano per graduali metamorfosi le brattee dell'infiorescenza e da queste poi le bratteole. Le brattee infatti si presentano in forma di squame peltate con un peduncolo più o meno centrale ed un' espansione scutiforme, a contorno orbicolare o poligonale. Nelle parti più basse dell' infiorescenza si osservano ancora buon numero di brattee col peduncolo eccentrico e l' espansione scutiforme poco pronunziata al disotto del peduncolo, e terminante in alto con una linguetta lanceolata. È evidente quindi che la conformazione suindicata viene acquisita per il graduale accorciamento della porzione acuminata della lamina primitiva e per una estroflessione della porzione basilare della foglia, la quale si estende ai lati ed al basso. Le differenze istologiche di queste brattee in confronto alle squame non sono molte: e consistono segnatamente nel numero maggiore degli stomi che abbondano specialmente nella pagina superiore della porzione limbare: nella maggior robustezza della cuticola e nella disposizione del parenchima fondamentale che forma delle serie raggianti dal picciolo fogliare verso la superficie ed il margine dello scudo.

Il fascio fibrovascolare è più robusto che nelle squame e spesso scisso in tre o quattro fascetti anastomosantisi non di rado per tracheidi trasverse e terminanti a poca distanza dalla

epidermide superiore dello scudo con un pennello di esili tracheidi a brevi rami, e circondate da un parenchima povero di amido e ricco di protoplasma in modo da ricordare abbastanza davvicino l'apparato epitemiale di foglie ad organizzazione di gran lunga superiore. La disposizione degli elementi del fascio nel picciolo delle brattee è meno regolare che nelle squame; e, quantunque in ragione della maggior robustezza del fascio il floema vi sia più sviluppato, pure il tipo di struttura non corrisponde più a quello dei fasci collaterali normali, trovandosi nelle sezioni gruppi di elementi cribrosi anche sul lato interno del fascio e non di rado frammisti ai tracheidi.

Le bratteole stanno alla base dei fiori ed hanno la forma di piccoli filamenti clavati percorsi nel loro asse da un tenue fascio di tracheidi e provvisti di un' epidermide ricca di stomi. Questi sono abbondantissimi segnatamente nella porzione larga della clava, disposti assai spesso in serie longitudinali e separati fra loro da una, o più di rado, due cellule epidermiche.

La direzione della fenditura stomale è molto variabile e frequenti sono pure i casi di stomi arrestatisi nel loro sviluppo; ed inoltre la camera respiratoria esterna, per il diminuito spessore delle cellule epidermiche, è molto ridotta e non di rado intieramente soppressa.

Anche nella foglia, come nel rizoma, i fasci fibrovascolari non lasciano riconoscere traccia di periciclo e di endoderma.

I fasci del picciolo, delle brattee e della base delle squame, penetrano direttamente nel caule curvandosi ad arco verso il basso e percorrono, isolati, un tratto molto variabile in seno al parenchima fondamentale.

Non ci fu dato di fissare con sicurezza quale sia l' indice fillotassico delle squame del rizoma, (molto probabilmente, esso non è neppure costante) perchè sui rizomi vecchi molte squame si sono distrutte senza lasciare traccia, e dalla disposizione delle foglie nelle gemme (osservata nelle sezioni condotte su materiale

incluso in paraffina) noi abbiamo concluso talvolta per un indice fillotassico riferibile ai $^2/_5$ ed altre per un indice di $^3/_8$.

La Radice

Il sistema radicale del *Cynomorium* è dato da un gran numero di radicelle sottili, cilindriche, lunghe al massimo 2 cm., non mai ramificate, le quali vestono le parti sotterranee del rizoma e del caudice sino all' altezza del rigonfiamento basale di questo. Ciascuna radichetta, di color castagno chiaro alla base è di un bianco candido verso l' estremità anteriore e, mostra una superficie scabra e finamente squamosa. (Tav. I. *crl* fig. 6).

Essa consta di un tessuto parenchimatico riccamente amilifero e ad elementi lunghi due volte la loro larghezza, il quale circonda un cordone centrale di cellule più strette, allungate e prive di amido. Gli elementi periferici del parenchima corticale sono molto più lascamente uniti fra loro dei profondi, ed i superficiali tendono a dissociarsi specialmente in seguito al curvarsi verso l' esterno della loro estremità anteriore che assume così l' aspetto di breve papilla. Qua e là, ma di rado, tali papille si allungano in brevi e larghi filamenti tubulari lontanamente paragonabili a veri peli radicali. L' estremità della radice è ricoperta da una robusta pileorizza ricca di amido. Le cellule superficiali della radice muojono di buon'ora e le loro membrane ed i residui protoplasmici che esse contengono si colorano in bruno.

La zona profonda del parenchima è molto più compatta della periferica con le cellule abbastanza regolarmente cilindriche o poliedriche ed a pareti trasverse formanti angolo retto colle laterali; è solo nelle radici di eccezionale lunghezza che esse sembrano subire un sensibile stiramento in senso longitudinale, di modo che le pareti trasverse divengono oblique.

Il cilindro centrale consta, il più delle volte, di un cordone di elementi tubulari privi o poveri di amido, ricchi di protopla-

sma, robustamente nucleati; più stretti e due o tre volte più lunghi di quelli del parenchima attorniante.

In molte radicelle, anche tra quelle che sembrano aver cessato di crescere, non si osserva altra struttura; ma in altre non tardano a comparire ulteriori differenziazioni, in quanto che nelle sezioni trasverse, verso la periferia del cilindro assile, due o tre gruppi di elementi (Tav. II^a^ fig. 1^a^ *prfl*) si distinguono dagli altri per la colorazione rosea, che le loro membrane assumono col reattivo del Chodat o semplicemente per la maggior rifrangenza se vengano osservate nella glicerina pura. Nelle sezioni longitudinali essi spiccano per la completa assenza di amido che non manca intieramente al parenchima laterale o più interno, e, in più di un caso, per le perforazioni delle pareti trasverse (Tav. II^a^ fig. 7^a^ vc).

In qualche caso queste pareti si mostrano coperte di robusti depositi callosi (Tav. II^a^ fig. 7^a^ c) e più d' una volta il trattamento col bleu di anilina e l'eosina acquosa ha messo in evidenza la mucilaggine caratteristica pei vasi crivellati.

La scomparsa del nucleo da questi vasi non è costante ed avviene probabilmente con molto ritardo. Si tratta quindi evidentemente di vasi crivellati i quali nel nostro caso si caratterizzano in seno al fascio procambiale a preferenza delle primane xilematiche.

Questo fatto ci sembra abbastanza interessante, perchè a quanto sappiamo i vasi crivellati si formano nelle radici abbastanza tardi e di regola si differenziano posteriormente alle primane vascolari: nelle stesse radici di Orobanche, che pure hanno una così grande rassomiglianza anatomica con quella di *Cynomorium* il Kock (31 p. 129) non li ha osservati. Le liste di parenchima che alternano con questi cordoni floematici non tardano a riempirsi di amido alla maniera di quello corticale, dal quale non si distingueranno più oramai che per il lume minore e la lunghezza maggiore delle loro cellule (Tav. II^a^ fig. 1^a^ *prf*).

In date circostanze si formano verso quest' epoca al centro

del cordone assile degli elementi vascolari legnosi, ma la loro importanza, in rapporto all' ulteriore evoluzione della radice, è, come diremo più sotto, sempre molto limitata. Ad ogni modo il numero e la posizione dei cordoni floematici sopraindicati ci autorizzano a ritenere che ci troviamo di fronte a radici diarche o triarche: e la eliminazione della porzione xilematica del fascio può trovare la sua spiegazione nel fatto che la funzione principale di queste radici non consiste, come si è fin quì ritenuto, nell' assorbimento dei liquidi dal suolo.

Le radici a tipo diarco sono le più comuni: non ce ne hanno offerto altro le piante vegetanti sull' *Obione portulacoides* e sulla *Kockia scoparia:* e quelle a tipo triarco abbiamo incontrato nelle piante cresciute sul *Mesembrianthemum genieuliflorum* L.

Il cilindro assile non è circondato da alcuna distinta guaina vascolare: e per quanta attenzione vi abbiamo posto non siamo mai riusciti a porre in evidenza alcuno strato cellulare che potesse riferirsi a periciclo od endodermide. La stessa semplice ispezione della fig. 1ª e 2ª Tav. IIª dimostra il graduale confondersi del parenchima del cilindro assile con quello della corteccia.

Non sempre peraltro le primane floematiche presentano una disposizione regolare come quella or ora descritta. Se la maggior parte delle radici si trova in questo caso non ne mancano altre nelle quali la primane floematiche appajono disperse irregolarmente in seno al cilindro assile. La fig. 2ª Tav. IIª rappresenta appuntó la sezione condotta attraverso uno di questi elementi assili.

Nella maggior parte dei casi l' evoluzione progressiva della radicella si arresta a questa fase; ed in breve tempo, qualora non abbiano incontrato sulla loro via alcun oste adattato, avvizziscono e muojono; ma se il caso opposto è avvenuto, esse rigonfiano in un tubercolo e si fissano sull' oste.

Intorno alla struttura ed all' ufficio di questi tubercoli sarà discorso più sotto: a questo punto va soltanto rilevato che la

radicella terminante in tubercolo si presenta spesso alquanto più robusta delle altre o col cilindro assile fornito di rare trachee addossate per lo più al lato interno di qualche gruppo floematico. In un solo caso ci è occorso di osservare una struttura molto più complessa e collegata a dei fenomeni di accrescimento secondario; cioè nelle piante di *Cynomorium* sviluppatesi sul *Mesembrianthemum geniculiflorum*. In tutti gli altri casi da noi osservati il tubercolo di buon' ora si rendeva indipendente dalla pianta madre per il precoce avvizzire del tratto basale della radicella, ma in quest' ultimo buon numero di rizotubercoli aveva conservato l' attacco col rizoma generatore e la parte basale della radicella si era notevolmente ingrossata sino a raggiungere un diametro massimo di due millimetri.

L' inspessimento era dovuto da un lato ad un' attiva prolificazione del parenchima fondamentale, e dall' altro ad un ricco sviluppo delle formazioni vascolari del cilindro assile. Gli elementi del primo, che si trovano adiacenti al fascio apparivano stirati in senso tangenziale in conseguenza della distensione subìta durante l' attivo accrescimento del fascio (Tav. IIª fig. 8 *p*), quelli periferici si moltiplicavano attivamente e più all' esterno si suberificavano e desquamavano.

Non si aveva peraltro alcun cenno di un vero e proprio fellogeno: le segmentazioni degli elementi prossimi alla superficie si mantenevano sempre saltuarie e senza coordinamento fra loro.

Il centro delle sezioni era occupato da tre robusti fasci collaterali separati da strette falde di parenchima fondamentale (Tav. IIª fig. 10 *a*) e di rado ugualmente sviluppati. Di regola uno è più favorito degli altri e le differenze nello sviluppo possono essere così pronunziate da condurre alla totale soppressione di uno o due dei fasci in questione, tanto da non mancare configurazioni simili a quella rappresentata nella Fig. 10ª Tav. II, conformazione che ricorda più davvicino quello di un picciolo fogliare che di una radice.

Lo xilema di questi fasci risulta di tracheidi sottili e regolarmente cilindriche nella sua parte profonda: e di trachidi brevi, tozze ed irregolarmente ramose verso l' esterno.

Quelle profonde sono irregolarmente spirali o con punteggiature lineari od oblique: le più esterne hanno punteggiature progressivamente più brevi e più larghe. Il parenchima peri e para-vasale è ricco di plasma, robustamente nucleato ed a membrane cellulosiche sottili (Tav. IIa fig. 8a).

Nei fasci minori esso presenta una struttura ed una disposizione uniforme in rapporto alle tracheidi: ma in quelli maggiori può distinguersi chiaramente in paravasale e radiale, in seguito al differenziarsi in seno al fascio di un certo numero di raggi midollari secondarii od intrafasciali.

Essi constano di cellule prismatiche a base quadrata o rettangolare coll'asse maggiore diretto in senso radiale, a membrane cellulosiche poco spesse e colle punteggiature quindi poco evidenti: si annoverano in sezione trasversa da una a cinque file di cellule ed in sezione tangenziale da una a nove: tali sono almeno i numeri estremi da noi incontrati.

Il floema è formato di cellule cambiformi e vasi crivellati (questi in numero più scarso delle prime), ora distribuiti senza alcun ordine apparente, ora divisi in gruppi o segmenti separati dai raggi floematici che si trovano sul prolungamento di quelli del legno. Tutto il parenchima del libro è interamente privo di amido: quello paravasale del legno ne offre deboli tracce. Le primane floematiche sono accompagnate da cellule annesse (Tavola IIa fig. 8 *prfl*); i vasi posteriori ne presentano quasi costantemente due.

Questi fasci traggono origine da ciò che gli elementi addossati al lato interno delle primane floematiche, segmentandosi tangenzialmente danno origine ad una lista di cellule meristemali, le quali si comportano come un vero e proprio cambio. La Tav. IIa fig. 1 ci offre appunto le segmentazioni iniziali di questo processo. Le cellule cambiali così costituitesi si comportano

poi alla maniera nota per la generalità degli altri casi, cioè producendo legno all' interno e libro all' esterno.

Le primane floematiche vengono, di conseguenza, respinte alla periferia, e, nella Tav. II fig. 8 *prfl*, se ne possono ancora vedere le tracce. Il movimento che dà origine a queste liste di cambio intrafasciale, non si estende però gran fatto al di là della regione occupata dalle primane floematiche e si spiega così come i singoli fasci restino perfettamente isolati. Questo ci conduce a considerazioni di diversa natura.

Anzitutto il legno primario quì manca del tutto: noi di fatto non abbiamo mai veduto costituirsi dei raggi di legno in regolare alternanza coi gruppi di floema; anche nelle fasi più giovani le primane vascolari o comparivano chiaramente a ridosso e sul lato interno delle primane floematiche, o presentavano una posizione molto equivoca, ma ad ogni modo non offrivano affatto il tipo di sviluppo centripeto universalmente ammesso per il xilema primario della radice: quì, tutto lo xilema è centrifugo e d' origine cambiale, mentre come è noto le radici, almeno nella loro fase di struttura primaria, hanno legno centripeto e sono quindi perixile (44 p. 763).

In secondo luogo il fatto che gli archi cambiali intrafasciali non si completano con altri interfasciali (che nei casi normali sono di origine periciclica), conferma anch' esso l' assenza di questa guaina vascolare. È evidente quindi, come meglio sarà dimostrato nel capitolo relativo allo sviluppo, che noi ci troviame quì di fronte a degli organi che oscillano, per così dire, tra la struttura radicale e la caulinare, partecipando dell'una e dell' altra. In un solo caso i tre fasci abitualmente distinti ci si sono offerti avviluppati al loro apice interno da un ammasso comune di elementi lignificati; ma non ci è stato possibile il decidere quì l' origine di queste tracheidi, le quali potevano avere tanto il valore morfologico di primane vascolari, quanto quelle di elementi parenchimatosi lignificatisi tardivamente.

La successione delle radicelle sopra il rizoma avviene acro-

petalmente e sembra sia questa l'unica regola alla quale obbediscono nell' ordine del loro sviluppo; non mancano però esempii, nei quali questa regolare disposizione vien perturbata dalla tardiva comparsa di giovani radicelle in mezzo alle vecchie sulle porzioni adulte del rizoma, comparsa tardiva che può dipendere da due cause : o cioè da un effettivo ritardo nella costituzione delle iniziali rizogene in seno all'organo generatore, o da un tardivo sviluppo di radicelle preformate. Per quanto abbiamo potuto osservare ci sembra che quest' ultimo caso sia quello normale. Secondo il Martelli (34 p. 10) esse sarebbero disposte a coppie ai lati della foglia e quindi lateralmente ascellari: ma noi non possiamo confermare queste vedute essendoci le radici sembrate affatto indipendenti dalle foglie e potendo esse svilupparsi (come sarà detto più sotto) anche sulle parti del rizotubercolo sprovvisto di appendici. Il cono vegetativo della radice è vestito da una pileorizza discretamente robusta. (Tav. III fig. 16 *cal*).

Per quel che riguarda la struttura del meristema iniziale ci sembra che essa possa riferirsi al 4° tipo del Janczewski poichè difatto i diversi strati di tessuto costituenti la radicella mettono capo ad un unico ammasso d' istogeni segmentantisi di preferenza in direzione trasversale rispetto all' asse della radice; in modo che le serie di cellule meristemali che ne derivano si perdono da un lato insensibilmente nella pileorizza e dall' altra nel corpo della radice, Segnatamente colle radici di *Pisum* presentano molta somiglianza i nostri meristemi apicali (Flahault 19^bis p. 144 e seg. Tav. VI fig. 37) poichè mai ci è riuscito di osservare il fascio procambiale completamente limitato alle sue estremità anteriori di fronte al protoderma. La semplice ispezione ad es. della fig. 16 Tav. III dimostra l' impossibilità di fissare in questo punto un confine traepidermide e pileorizza, e dimostra anche che se in effetto il cilindro centrale deriva dalle serie di cellule facenti capo a gruppo di istogeni più profondo, alla sua periferia si confonde gradualmente colle serie meriste-

mali più esterne, senza una linea di separazione precisa, quale s' incontra nelle radici di piante più riccamente organizzate.

Il Corpo Centrale

I singoli rizomi di un ceppo di *Cynomorium* fanno capo ad una massa centrale di tessuto, la quale sopporta anche l'austorio.

A tale organo, che corrisponde al tubercolo delle Balanoforee di Solms Laubach (39 p. 522), al caudex del Goeppert (l. c. p. 127), al corpo intermedio del Goeppert (l. c. p. 233 e seg.) ed al rizoma di Chatin (l. c. p. 525 e seg.), noi crediamo utile conservare la denominazione di corpo centrale, sotto la quale vien designato dal Weddel (49 p. 273), perchè senza pregiudicare per nulla il suo valore morfologico, ne designa nettamente la funzione biologica.

Esso, come nota il Weddel, presenta un volume poco notevole e siccome è interamente circondato dalle basi dei rizomi che vi si innestano, non offre una superficie propria ed una forma ben definita. Quando con appositi tagli si liberi dai rami che lo vestono, apparirà come un corpo poliedrico, variamente faccettato e costituito da un ammasso del solito parenchima amilifero, attraversato in tutti i sensi da numerosi fasci fibro-vascolari.

La disposizione di questi fasci è molto variabile e dipendente dal numero e dalla posizione dei rizomi sviluppatesi dal corpo centrale. Nei grossi corpi centrali che sopportano numerosi rizomi la loro disposizione, il loro decorso ed il loro modo di anastomosarsi non offrono alcuna traccia di regolarità e formano un intreccio affatto indecifrabile. Tuttavia nei giovani cespi, segnatamente quando i rizomi, come in più di un caso ci è accaduto d' incontrare, son disposti a corona attorno al corpo centrale, è chiaramente riconoscibile nell' interno di questo un sistema vascolare suo proprio, costituito da un certo numero di fasci, che dal punto d' innesto sulla radice oste divergono in alto allonta-

nandosi fra loro e dalla linea assile. In questa regione superiore di massima divergenza si scindono in numerosi fascetti che si anastomosano con quelli provenienti dai singoli rizomi e tra loro in modo da formare una specie di reticolato vascolare.

È solo ad un livello alquanto più basso che appaiono disposti in un' unica cerchia e separati da strette falde di parenchima amilifero ad elementi stirati in senso radiale (Tav. I^a fig. 10 *a*).

La loro struttura è perfettamente simile a quella dei fasci del rizoma, coi quali entrano, come si è detto, in connessione anatomica, ed a simiglianza dei quali crescono in ispessore per l'attività di un cambio intrafasciale (Tav. II, fig. 10 *cam.*)

Il centro di questa corona di fasci (Tav. III fig. 10 *tri*) è occupato da un tessuto parenchimatico, sparso di tracheidi ora isolate, ora riunite e concatenate fra loro in piccoli gruppi, le quali sembrano attestare la primitiva unità della cerchia vascolare. Infatti a misura che si discende verso l' inserzione del corpo centrale sull'oste, i singoli fasci si avvicinano lateralmente ed al centro (Tav. II, fig. 10 *ac*) cosicchè dapprima si riducono di numero, il parenchima parafasciale scompare, quello midollare diviene meno voluminoso ed infine tutto il xilema si fonde in una massa unica irregolarmente circolare, attorniata da un cambio e da un libro continuo (Tav. II, fig. 10 *d*).

A questo livello il corpo centrale ha una vera e propria struttura centroxila, poichè quantunque all' interno della cerchia legnosa si noti ancora del parenchima amilifero in grande abbondanza, pure questo è attraversato in tutti i sensi da dei tenui cordoni di tracheidi che connettono da un lato all' altro l'orlo interno del legno, e danno il carattere di perivascolare al parenchima.

L' Austorio

I ceppi di *Cynomorium* che noi abbiamo esaminati vivevano la maggior parte sulle radici di *Obione portulacoides* e di

Salicornia fruticosa, ed alcuni pochi su quelle di *Mesembryanthemum geniculiflorum* e *di Statice dubia*.

Come è noto, queste radici hanno tutte una struttura anomala per formazione di fasci in cerchie successive più o meno confluenti fra loro e, con più o meno estesa sclerosi del parenchima interfasciale. Rimandiamo pei dettagli di questa struttura al lavoro dell'Avetta (3 p. 101 e seg. Tav. IX-X), limitandoci ad osservare che la struttura dell'austorio subordinata com'è a quella dell' oste potrebbe presentare qualche differenza nei casi di parassitismo su piante con radici normali o con anomalie di altra natura.

La struttura dell' austorio è stata descritta da varii autori, segnatamente dall' Ungher che la riferisce al suo *dreiste-Stufe* (l. c. p. 29), dal Solms Laubach (42 e 43), dal Chatin (8-9-11) dal Weddel (49 p. 279) e dal Martelli (34 p. 27); poco quindi ci resta aggiungere al già noto.

Nella sua forma tipica ed originaria ha la forma di un organo conico attraversato nel suo centro da un cordone di tracheidi (cono di rinforzo del Chatin), sui lati del quale si appoggiano uno o più palchi di rami che si allungano in tutti i sensi entro la radice oste.

Questi processi ramosi si estendono principalmente nel parenchima corticale e nelle falde di parenchima e di floema (Tav. III fig. 2ª e 14ª) interposto alle cuffie sclerotiche ed alle cerchie vascolari, e formano quindi delle protuberanze larghe alla base ed assottigliantesi verso la loro estremità a misura che si discostano dalla massa centrale. Seguono l' irregolare decorso dei tessuti molli della radice e (dove le sue cuffie sclerotiche o le cerchie vascolari s' interrompono) s' incontrano e si anastomosano fra loro in una impalcatura a larghe maglie, i cui vani sono occupati appunto dal tessuto dell' oste.

Col penetrare di questi processi sempre più profondamente in seno alle falde parenchimatose o floematiche, le singole cerchie meccaniche e vascolari vengono spostate dalla posizione

originaria, allontanate tra loro, e per così dire aperte e qualche volta distese quasi in un piano. Succede così che talvolta singoli gruppi di elementi meccanici o vascolari dell' oste restino completamente presi nella massa parenchimatica del parassita in modo da sembrare, nelle sezioni trasverse, come delle isole di tessuto, completamente separate dal resto (Tav. III^a fig. 1).

Non vanno però tali disposizioni interpetrate come processi allungantesi dall' oste verso il parassita nel senso dell' Engler. Questo chiaro autore infatti (17 p. 246 fig. 158) sembra voglia trovare nella struttura dell' austorio del *Cynomorium* qualche cosa di simile a quella avvertita nel tubercolo di alcune Balanoforee di Giava dal Goeppert e dal Solms Laubach. A nostro avviso non si ha quì (come del resto nota il Martelli) un vero e proprio insinuarsi del tessuto dell' oste entro quello del parassita, ma semplicemente alcune parti dei suoi tessuti, in ispecie quelli meccanici, possono venir trascinati passivamente nella massa del succiatojo. Tanto questo che la radice oste continuano a crescere dopo avvenuto l'innesto ed anche le suddette falde di tessuto avvolte dal parassita possono formare nuovi elementi sempre che non sieno ridotte a puri tessuti meccanici o tracheali già differenziati. Gli elementi dell' oste che si formano a contatto coll' austorio, e sotto il suo influsso diretto, sono alcunchè differenti da quelli normali: generalmente più ampii se parenchimatici, più larghi di forma ed a punteggiature meno regolari se vascolari. La presenza del tessuto estraneo accentua l' attività segmentatrice della pianta attaccata, ma non mai in grado molto elevato, di modo che non si ha una ricca formazione di nuovi tessuti; le radici infette appajono quì più deformate che ipertrofiche, ed il volume maggiore è in gran parte dovuto alla massa del tessuto parassita. Anche dove il contatto e la mescolanza tra i tessuti dei due organismi è più intimo (Tav. III fig. 3-6), la distinzione fra quelli appartenenti all' uno ed all' altro è sempre facile e sicura. Le cellule parenchimatiche del *Cynomorium* si riconoscono a prima vista al loro

volume più volte superiore a quella dell' oste, alla densità del protoplasma, alla ricchezza in tannino ed alla robustezza del nucleo più facilmente ed intensamente colorabile coll' ematossilina.

Quelle di tali cellule che si trovano a diretto contatto coll'oste, sieno parenchimatiche o vascolari funzionano da veri e propri elementi collettori e si distinguono per la forma più allungata degli altri e pel loro esatto modellarsi sulla superficie delle cellule osti con le quali vengono in contatto, in modo da offrire colla loro fronte l'appoggio a (Tav. III fig. 5) parecchie di quelle (7 ad 8 in sezione).

Le tracheidi collettrici appartengono principalmente alla parte centrale dell' austorio e servono a connetterne il cordone xilematico col xilema della cerchia vascolare contro la quale esso termina. Questo cordone xilematico sottile ed appuntito in origine (Tav. III. fig. 4 *bv*), va progressivamente rafforzandosi pel sovrapporsi di nuove tracheidi alle precedenti, ed al contatto col xilema dell' oste si allarga in un disco frangiato, le cui tracheidi si addossano strettamente ai vasi di quello. Anche i rami laterali possono differenziare nel loro seno un sottil cordone tracheidico, il quale termina coll' innestarsi sui vasi di qualche cerchia vascolare ora più esterna, ora più profonda di quella contro la quale si appoggia il cordone centrale; ma il fatto non è costante, nè tampoco frequente.

Gli elementi cribrosi formano dei piccoli gruppi alla periferia del cordone centrale tracheidico; ma non siamo riusciti a porne in evidenza nei processi laterali: e non sembrano mettersi in contatto con gli elementi simili dell' oste.

Il Weddel ammette che ogni ceppo di *Cynomorium* possieda di regola parecchi austorii e fonda il suo supposto sul fatto che la connessione del parassita sull' oste si forma su una larga superficie. Egli infatti dice: (49 p. 281).

« Ce n' est plus alors, on le comprend, par un seul point que s'opére la liaison des tissus parasite et nourricier : mais par

une surface tres-étendue où il peut s'établir une fusion assez complète pour qu'il soit difficile de distinguer partout ce qui appartient à l'un , et ce qui appartient' à l'autre. Seulement çà et là on rencontre des points où la direction des cellules permet encore de constater, que c'est par une serie de perforation simultanees que cette liaison s'est operée. »

La formazione della larga superficie di aderenza deriva, secondo noi, per lo più dal progressivo ingrossare del corpo centrale e dell' austorio che ne dipende : ed a secondo che tale ingrossamento è favorito da un lato piuttosto che dall'altro, anche la forma conica dell' austorio iniziale subisce delle deformazioni più o meno marcate (Tav. III fig. 2).

Questo ingrossare dipende ad un tempo dall' attivo moltiplicarsi della massa parenchimatica di adesione e dal fatto che tra il suo cordone tracheidico centrale ed i gruppi periferici di floema si costituisce un vero e proprio cambio sul prolungamento di quello dei fasci del corpo centrale.

Con ciò noi non intendiamo escludere che si formino in realtà degli austori secondarii, poichè in effetto abbiamo più volte incontrati dei corpi centrali innestantisi sullo oste con più di un punto di attacco : intendiamo solo osservare che questo fenomeno nel materiale da noi esaminato si presentava molto raramente, mentre il processo da noi descritto era invece predominante.

Come si vede, il decorso dell' austorio è affatto irregolare e non offre la distinzione in veri e propri processi corticali e le dipendenti propaggini perpendicolari caratteristiche di altre parassite; ed i suoi brevi rami non si allontanano dalla parte centrale dell'austorio più in là di qualche millimetro.

Alla struttura dell' austorio si rannoda la questione del tallo intermatricale del *Cynomorium*.

L' esistenza di un tallo intermatricale, scoperto per la prima volta dal Beccari nella *Balanophora reflexa* (l. c. p. 69 e seg.) fu poi dal Solms-Laubach dimostrata per molte altre parassite (39—p. 53 e 42—p. 31 e seg.) e da lui e dal Kock per certe

Orobanche (31 p. 12 e seg.); nulla di sorprendente adunque che essa si riscontri anche pel *Cynomorium*.

Il Solms Laubach infatti (l. c. p. 35) così si esprime al riguardo: « Aenlich wie für Orobanche dürfste sich die Sache für die Helosideen, sowie auch für *Cynomorium* herausstellen soweit ich nämlich, bezuglich des letzteren, nach einigen Präparaten schielessen darf, die ich von demselben besitze und deren material ich der Güte Professor Tschisctiakoff's verdanke, der es mir aus Italien mit brachte ».

Il Martelli a sua volta (34 p. 99-101) riconferma l' esistenza di questo tallo intermatricale e ne dà una figura per verità non troppo chiara e decisiva.

Noi non siamo per altro intieramente d' accordo coi sopracitati autori e benchè dobbiamo rettificare la recisa negazione del tallo intermatricale fatta qualche tempo addietro (4 p. 318); siamo per altro tuttora convinti della sua limitata importanza in ordine al processo di moltiplicazione della pianta, e del suo raro e quasi eccezionale entrare in attività : e riteniamo ancora che « *i gruppi di cellule disposti in serie a guisa di cordoni che si insinuano in ogni parte del tessuto legnoso della pianta nutritiva* » (Martelli l. c. p. 101) non sieno per lo più, che ramificazioni dell' austorio incaricate, per così dire, della funzione di rendere più ampio il contatto coi tessuti dell' oste e quindi più facile ed abbondante l' assorbimento dei materiali alimentari.

Perchè questi gruppi di cellule (il cui decorso è irregolare in rapporto alla struttura della radice oste), allungandosi là dove le falde di parenchima e di libro interposte alle successive cerchie di xilema sono più ampie, e restringendosi dove sono più strette) possano assorgere alla dignità morfologica di tallo intermatricale, conviene dimostrare che in effetto esse posseggono la facoltà di diventare il centro di formazione di nuovi individui di *Cynomorium*. Questa dimostrazione, a nostro avviso, non è data nè dal Solms-Laubach, il quale pur ammettendo l' esistenza del tallo in-

termatricale, circonda di molte riserve la sua opinione, nè dal Martelli.

Il Martelli segnatamente insiste sulla continuità del tessuto intermatricale tra due ceppi di *Cynomorium* vegetanti sulla stessa radice, ma ci sembra che tale premessa non giustifichi tutte le conclusioni alle quali egli giunge.

Quando si esamini una radice che porti una sola pianta di *Cynomorium* è facile constatare che i processi ramosi dell'austorio non si allontanano molto dal punto di innesto e non si rendono autonomi; ma se si prenda in esame una radice ospitante parecchi individui giova distinguere due casi: E cioè può darsi che i due o più ceppi di *Cynomorium* siano abbastanza distanti fra loro (qualche centimetro ad es.) ed allora a breve distanza dai due punti di innesto, la radice riacquisterà la struttura normale ed il tratto intermedio sarà perfettamente libero da formazioni di origine parassitaria: tale almeno in questi casi l'abbiamo sempre incontrate. Altre volte invece succede che i punti di innesto di più individui di *Cynomorium* sulla stessa radice sieno molto vicini fra loro.

Allora i processi ramosi dei singoli austorii in effetto s'intrecciano, s'accavallano e si confondono gli uni cogli altri in modo da formare una massa sola: ma questa disposizione non ci sembra ancora rispondente al concetto di tallo intermatricale La sua funzione consiste nel divenire il centro di formazione di nuovi germogli e quindi nel funzionare da apparecchio moltiplicatore ad ibernante della pianta. Non è certo da escludersi a priori che ciò possa avvenire: ed in effetto ciò avviene almeno in certe condizioni speciali: ma dubitiamo molto che esso costituisca un processo abituale o frequente. Nel ricco materiale inviatoci da Trapani, o raccoltovi direttamente da noi, non abbiamo mai incontrato dei tubercoli sicuramente e direttamente erompenti dalla corteccia: nel massimo numero di casi essi erano chiaramente riferibili a rizotubercoli, offrendo ancora i residui della radicella od almeno la sua cicatrice: ed anche nei casi

dubbii, a rigor di termini, questa ultima origine non era da escludersi.

Anche le prove culturali da noi fatte parlano nel senso di una scarsa attività del tallo intermatricale. Noi abbiamo difatti negli anni 1887-1888 (dal Dicembre a Marzo) ricevute da Trapani numerose piante di *Obione* e di *Kohia* colle radici ricche di infezioni di *Cynomorium*. Noi le abbiamo messe in terra dopo staccatane la parte estramatricale di ciascuna infezione, nella speranza di veder riprodursi il *Cynomorium*. Noi non ne abbiamo ottenuto un solo esemplare: le radici più infette sono morte: le altre hanno cicatrizzate le loro ferite e proseguito nel loro sviluppo normale. Nessuna migliore occasione, noi pensiamo, pel tallo intermatricale di manifestare la sua presenza e la sua attività: eppur tuttavia esso non diede alcun segno della sua esistenza. È veramente spiacevole per noi che il tentativo culturale dall' Arcangeli (2 p. 128) non sia riuscito per la morte delle radici di *Salicornia*, perchè questo tentativo fu fatto con materiale proveniente da località differente dalla nostra.

Simili tentativi abbiamo ripetuti quest' anno.

Noi abbiamo cioè portate da Trapani nel Dicembre scorso due piante di *Obione portulacoides* e due di *Salicornia* colle radici infette e le abbiamo interrate in vaso per osservare appunto il progressivo sviluppo del parassita. Due di queste piante (uno *Obione* ed una *Salicornia*) avevano una sola infezione ciascuna; essendo state soppresse le altre: provenienti da giovani rizotubercoli: l' altra *Obione* aveva una giovane ed una robusta infezione e l' ultima *Salicornia* ne offriva tre una delle quali aveva già spinto a fior di terra uno scapo fiorifero. Nessuno di questi ceppi giunse a compiere il suo sviluppo; ma tutti morirono più o meno presto; però le due *Obione* e la *Salicornia* coll' infezione minore, si liberarono integralmente dal parassita, di modo che nell' ultimo esame del 30 Maggio scorso non se ne è trovata più traccia: la *Salicornia* invece dell' infezione più robusta, ha presentato un comportamento alquanto differente. Anzitutto benchè il ceppo

principale sia morto i rizomi hanno formato colle loro radicelle numerosi rizotubercoli fissatisi in gran numero sulle giovani radici vicine ed in parte già autonomi, ed inoltre lungo la radice che alimentava l'infezione principale noi abbiamo osservati alcuni tubercoli che erano in effetto riferibili al tallo intermatricale. Due di questi tubercoli si erano formati, per così dire, a monte del corpo centrale del ceppo morto e nelle sue immediate adiacenze.

Quantunque in realtà essi erompessero dalla parte intramatricale periferica del corpo centrale potrebbe ancora sostenersi qui che avessero in certo qual modo il valore di ramificazioni del corpo centrale scampate al processo necrotico che aveva invaso le altre : ma per alcune altre neppure questa obbiezione era possibile. Due di essi segnatamente erompevano in modo sicuro dall'interno della radice oste a qualche distanza dall'infezione del ceppo morto. La corteccia dell' oste li avvolgeva ancora completamente senza soluzione di continuità, ed essi si trovavano in effetto collegati tra loro per mezzo di un cordone di tallo intramatricale che si allungava verso l' originario punto d' infezione del ceppo primitivo. Per quanto tale fatto sia stato osservato da noi in una sola pianta pure è innegabile che forma un esempio evidente e chiaro di germogli sviluppantisi dal tallo intermatricale. Il contesto di questi tubercoli era ancora del tutto parenchimatico ed essi sembravano crescere tanto verso l' esterno che verso l' interno della radice oste. Dall' un lato infatti gli strati corticali involucranti fortemente distesi erano in via di fendersi per aprire la strada al giovane tubercolo e dall' altro un processo conico si allungava verso il centro della radice aprendosi la strada nel parenchima interposto tra i cordoni fibrosi della radice (Tav. III fig. 2).

Nessun germoglio si era ancora costituito sul tubercolo. Alcuni altri tubercoli s' incontravano sulla stessa radice; ma la loro origine non era così sicura come per questi, perchè i lembi della corteccia si arrestavano alla loro base e potevano quindi aver

preso origine anche da rizotubercoli. Tuttavia l'assenza di ogni traccia di radicella in una fase così giovanile ci fa dubitare dell'esattezza di questo supposto.

Ad ogni modo questi fatti provano in modo indiscutibile la possibilità dell'entrata in funzione del tallo intermatricale, e non è forse difficile che tutte le volte che, per una ragione o per l'altra, viene a morire un ceppo sufficientemente robusto: i cordoni più superficiali del suo austorio assumono l'ufficio di produrre dei germogli di sostituzione.

Che al tallo intermatricale possa spettare un ufficio più importante noi dubitiamo, sia per le ragioni suesposte, sia anche pel fatto che dopo la fioritura il ceppo di *Cynom.* muore e la ferita che resta al punto d'innesto è così ampia e profonda che la necrosi si estende a tutta la parte della radice situata sotto la regione lungo la quale era avvenuto l'innesto e buon tratto di sopra. Si comprende quindi in tale situazione la poca utilità di un tallo intermatricale, a meno che questo non avesse la facoltà di allungarsi nelle parti illese delle radici a molta distanza: il che non ci sembra essere il caso.

Il Martelli, nel suo più volte citato lavoro, annunziò come *nella cavità cellulare del tallo intermatricale del Cynomorium si riscontri spesso la presenza di Mycorhyze.* Il fatto sarebbe veramente interessante e per ottenerne la conferma abbiamo condotta più d'una ricerca, ricorrendo all'ajuto dei noti mezzi dissolventi, rischiaranti e coloranti; ma l'esito fu sempre negativo. Noi abbiamo infatti trovato nei tessuti periferici del rizoma, delle radicelle ed anche in quelli dei corpi centrali in via di morire dei fili di micelio bruno, serpeggianti entro e fuori le cellule, e qualche volta anche formanti qua e là dei piccoli gomitoli: ma i tessuti che li ospitavano erano evidentemente dei tessuti morti. Mai abbiamo incontrato micelii nelle cellule dei tessuti vivi e non possiamo quindi convenire nell'opinione dell'egregio botanico sopracitato, perchè a noi pare che il concetto di Micorizza, e segnatamente quello delle Micorizze endotropiche, alle quali si po-

trebbe supporre che alluda il Martelli, sia dopo i noti lavori del Franck rigorosamente fissato, e che non si debbano confondere con esse le forme di micelii saprofiti od eventualmente parassiti che nel corso di una ricerca possono incontrarsi negli organi di una pianta.

Sviluppo

I.

MOLTIPLICAZIONE VEGETATIVA

Resta ora a dimandarsi: Possiede il *Cynomorium* all'infuori del tallo intermatricale un apparecchio di moltiplicazione vegetativa e di quale natura?

Per dare un'adeguata risposta al quesito occorre portare l'attenzione su quegli organi singolari che il Weddel nomina radicelle succiatoi, ed ai quali attribuisce segnatamente l'ufficio di contribuire « *comme organes essentielles de parasitisme à mettre le Cynomorium en communication avec les racines des plantes nourricières aux dépens desquelles il vît* ». — Egli però riconosce già loro anche un'altra funzione e cioè quella di poter divenire nuovi centri di vegetazione (p. 275 e 281 l. c.). Questa interessante osservazione del Weddel rimase, per quanto ci consta, dimenticata, sino a quando il Martelli con più recisione e chiarezza affermò il loro ufficio come organi di moltiplicazione della pianta.

A noi sembra dubbio che il comportamento delle radicelle venga in appoggio all'opinione che attribuisce loro come funzione principale quella dell'assorbimento.

Le radicelle che si allungano nel terreno senza venire a contatto con radici osti non sviluppano peli radicali, nè tampoco un sistema tracheale che valga ad incanalare i liquidi assorbiti verso il rizoma: e quelle che si fissano sull'oste, dando

origine agli austori, perdono di regola ogni connessione colla pianta madre non appena l' innesto è divenuto saldo: le formazioni vascolari all' interno delle radicelle si sviluppano soltanto in quei casi eccezionali nei quali si conserva lungamente una connessione anatomica tra radicella e pianta madre: ed in quelli per l' appunto osservati da noi, è notevole la coincidenza dello straordinario sviluppo preso dal tubercolo collo sviluppo di un certo numero di fasci fibro-vascolari entro il tratto commisurale della radicella, come sarà meglio esposto più sotto.

Questi fasci potrebbero in realtà trasportare alimenti dal nuovo tubercolo verso la pianta madre e viceversa; ma questo viceversa ci pare più probabile, in quanto che ajuta a spiegare la robustezza dei tubercoli in questione in confronto a quelli che perdono di buon' ora ogni connessione colla pianta madre.

In alcuni tentativi di cultura noi abbiamo sotterrato nel Gennajo 1897 dei rizomi di *Cynomorium* in varie fasi di sviluppo e con giovani infiorescenze già costituite in mezzo alle radici di *Obione portulacoides* coltivate nell' Orto: orbene le radicelle di questi rizomi si sono fissate in gran numero sulle radici di Obione come potemmo constatare nel Marzo seguente; ma nessuna dell' infiorescenza aveva progredito qualche poco nel suo sviluppo, il che avrebbe pure dovuto accadere, se in effetto i rizotubercoli funzionassero da organi sussidiarii per l' assorbimento: tutti i rizomi andarono più o meno rapidamente a male lasciando soltanto una ricca progenie di tubercoli dai quali derivarono le piante di *Cynomorium* coltivate nell' Orto. Noi quindi incliniamo a ritenere che il sussidio che le radicelle libere o fissate nell' oste possono recare alla pianta madre sia così debole da potersi trascurare, e che la loro funzione principale sia appunto quella messa in evidenza dal Martelli.

Le piante di *Cynomorium* coltivate attualmente nell' Orto non possono avere altra origine, perchè noi abbiamo ogni anno regolarmente recise le infiorescenze prima della maturazione del seme; ed abbiamo veduto più sopra quanto sia limitata l' atti-

vità di un tallo intermatricale. Anche le infezioni ottenute dall' Arcangeli (l. c.) sull' *Atriplex nummularis* parlano in questo senso.

Anche le piante di *Cynomorium* cresciute nell' Orto Botanico sul *Mes. geniculiflorum* hanno probabilmente origine da rizotubercoli. L' infezione deve essere avvenuta in conseguenza all' aver mescolato alla terra dei vasi, nei quali era coltivata questa pianta, della sabbia giunta dall' isola del Ronciglio con ceppaie di *Cynomorium.*

Non è escluso in modo assoluto che l' infezione abbia avuto origine da semi trovantisi nella sabbia insieme ai frammenti di rizomi ed alle radicelle : ma noi nutriamo molti dubbii al proposito.

Questo processo di moltiplicazione vegetativa non è del resto esclusivo al *Cynomorium*, poichè già in certe *Orobanche (O. minor* ad es.) avvengono fenomeni simili. Quivi infatti nelle adiacenze degli austori secondarii d' origine radicale (Kock 21 pag. 200 e seg.), si avverte una ricca formazione di germogli avventizii ed in un caso illustrato dettagliatamente dal Kock poche pagine addietro, una radice normale (bodenwurzel) della *O. Hederae* ha dato origine ad un germoglio avventizio indipendentemente dall' austorio secondario.

Ciò che è notevole nel caso nostro è l' importanza che assume il processo, per la conservazione e la moltiplicazione della specie; perchè noi incliniamo a credere che la maggior parte dei ceppi di *Cynomorium* abbia tale origine.

Nelle numerose fasi giovanili di piante di *Cynomorium* raccolte ed osservate all' isola del Ronciglio, noi non ne abbiamo incontrata una sola per la quale si potesse affermare con sicurezza l' origine da seme.

Il *Cynomorium* in questa località vegeta rigogliosamente e produce annualmente un' enorme quantità di semi ; tuttavia le sue stazioni formano delle linee costiere interrotte da tratti nei quali le salsolacee sono interamente libere dal parassita : e nei

punti dove si discosta alquanto dal lido occupa in effetto delle plaghe circolari le quali ci sembrano alludere effettivamente ad un lento distendersi sotterra delle sue propaggini. Questo raggruppamento degli individui di *Cynomorium* intorno ad alcuni pochi centri sembra a noi che non parli in favore di origine da semi.

Anche nell'arcipelago di Malta il *Cynomorium* è oramai ridotto a poche e scarse ceppaie vegetanti sullo « Scoglio del generale » in siti di difficile accesso, con tutto che le Salsolacee osti e *l' Inula critmoides* vi abbondino, cosicchè anche in questa stazione la riproduzione per semi è probabile che avvenga raramente (1).

Il processo di moltiplicazione per semi è ignoto o quasi, e le nostre esperienze ripetute, ed in gran numero, con molta cura dal 1897 in poi, non ci hanno fin' ora condotto a risultati migliori del Weddel: tuttavia siccome esse non sono ancora espletate noi ci riserbiamo di esporre in un' altra memoria la storia dei nostri tentativi e di formulare quelle conclusioni alle quali saremo giunti, non avendo perduta ancora la speranza di risultati positivi.

Ma ad ogni modo sono queste serie di fatti che ci sembrano alludere chiaramente ad una supremazia del processo di moltiplicazione vegetativa su quello di riproduzione per semi.

Il Weddel (l. c. p. 280) sembra distinguere tra *Radicelles suçoirs* e *Tubercules suçoires,* i quali si formerebbero sulle radici più grosse e potrebbero essere d' origine radicellare o provenire anche direttamente dal rizoma.

A noi questi tubercoli sono sembrati sempre d' origine radicellare e differenti dagli altri solo per la mole maggiore, determinata dalla maggior robustezza della radice attaccata; solo

---

(1) Cogliamo l'occasione per ringraziare il D.r De Bonis, direttore di quell'Orto Botanico, per la gentilezza che ha usata a nostro riguardo nel raccogliere del materiale per noi e nell' inviarci delle notizie sulla Stazione del Cynom. allo Scoglio del Generale.

in quei casi nei quali il rizoma strisciando lungo una radice oste vi si era in più punti fissata con giovani tubercoli, possono sollevarsi dei dubbi sull' origine di questi organi, non essendo da escludere del tutto che possano provenire da gemmazioni del rizoma, non riferibili a radicelle: ma la struttura del tubercolo anche in questi casi era la stessa di quelli normali ed anche essi finivano col perdere ogni connessione colla pianta madre, più o meno tardi.

Costituzione dei Tubercoli

Lo sviluppo di questi rizo-tubercoli, così importanti per noi, procede nel modo seguente :

Quando una radichetta di *Cynomorium* viene colla sua estremità in contatto con una radice oste di media e piccola grossezza, cessa di allungarsi e rigonfia in un piccolo tubercolo che finisce coll' aderire a questa ultima ed innestarsi su di essa (Tav. I fig. 5 *ab*).

Di regola la radicella aderisce all' oste non colla sua estremità, ma alquanto di fianco, poco al di sotto dello apice, e la formazione del tubercolo si inizia con una leggera prominenza nel centro della regione di contatto; prominenza che deriva dall'attiva segmentazione di un gruppo di elementi parenchimatosi separati dalla superficie per appena due piani di cellule.

Di qual natura sia lo stimolo che determina la costituzione nell' interno della radicella di questo focolare di segmentazione noi ignoriamo: ma il semplice contatto delle due radici è già sufficiente. Il concrescimento avviene solo più tardi nel modo seguente: il piccolo gruppo di cellule surricordato si allarga nell'interno della radicella occupando colla sua base un'area circolare e si allunga in forma di cono verso la superficie sollevando e respingendo le cellule che lo ricoprivano; i cui avanzi si possono per qualche tempo riconoscere schiacciati contro la radice oste vicina (Tav. III fig. 3); poi gli elementi di questa vengo-

no alla loro volta in parte schiacciati e riassorbiti, in parte allontanati fra loro, finchè il giovane organo (che possiamo a tutta ragione chiamare, col Chatin, *cono perforante*) giunge a contatto col cilindro centrale. Mentre il cono perforante o stadio principale dell' austorio si costituisce, il tessuto della radice sovrapposto al focolare di segmentazione si riempie di amido, ed il meristema apicale compie a sua volta nuove segmentazioni, allungando per breve tratto la radicella oltre al livello del punto di attacco sull' oste.

Non molto differentemente procedono le cose nell' *Orobanche,* se non che quivi le radicelle dopo fissatesi una prima volta sull'oste continuano ad allungarsi per la loro estremità in cerca di nuovi punti d' innesto, fenomeno che per le radicelle di *Cynomorium* non ci venne mai fatto di osservare.

Contemporaneamente il meristema apicale (che nelle radicelle è a contorno discretamente acuminato) a misura che il tubercolo si costituisce e s' ingrossa, va gradualmente allargandosi in una curva molto più ampia (Tav. I fig. 9). In questa fase quindi il tubercolo si trova innestato sulla radice oste, con un sottile cono perforante, collegato al rizoma della pianta madre per il tratto intermedio della radicella, ed offre alla sua estremità un meristema apicale ricoperto dalla pileoriza e che, pure essendo la continuazione diretta di quello radicale, muta di aspetto evidentemente in seguito al variare del numero e dell' ordine delle segmentazioni.

La massima parte del rigonfiamento è occupato da un parenchima amilifero al quale spetta probabilmente l' ufficio di fornire i materiali per la fabbrica del cono perforante: infatti non appena questo si è costituito l' amido scompare, specialmente dalla regione centrale del tubercolo; nel quale si accelerano di nuovo le segmentazioni.

Queste hanno per risultato di aumentare la mole del tubercolo e di distanziare, per così dire, alquanto tra di loro (Tav. III.

fig. 13 e 14), i due focolari principali segmentatizii, i quali erano prima a contatto o quasi coi loro margini.

Le ulteriori differenziazioni consistono nel differenziarsi al centro del cono perforante di un cordóne di tracheidi (brevi, tozze ed intercalate da numerose cellule parenchimatiche ricche di plasma) che lo attraversa in tutta la sua lunghezza e che si allarga verso il centro del tubercolo, dove viene così a costituirsi un ampio ammasso di tracheidi a forma irregolare appoggiantesi colle estremità delle loro braccia in un' intricata impalcatura, i cui vani sono occupati da cellule parenchimatiche. Nel tratto interposto tra questa regione centrale del tubercolo ed il meristema iniziale si designano fin d' ora parecchi cordoni procambiali separati fra loro da un parenchima fondamentale (Tavola III. fig. 14 *crp*'') e disposti abbastanza regolarmente in cerchia. Sono essi che daranno origine ai fasci proprii del rizoma, dei quali fu addietro parlato. Si rende così manifesta una indubbia e profonda modificazione, nel modo di funzionare del meristema apicale, modificazione che trova le sue cause nell'azione reciproca che esercitano tra loro il parassita e l' oste. Difatti quel meristema che, nelle radicelle terricole produceva un solo fascio procambiale assile, quì bruscamente, senza che abbia mai perduti i suoi caratteri fondamentali e che si sia mai interrotta la successione delle cellule meristemali che lo costituiscono, produce una cerchia di fasci procambiali che si dirigono convergendo verso la base della radice e giunti al livello dell' austorio s' incontrano e si mescolano cogli elementi del fascio vascolare che lo attraversa (Tav. III fig. 4).

Il tratto della radicella situato posteriormente al giovane austorio nella maggior parte dei casi avvizzisce senza presentare ulteriore evoluzione e, col dissolversi dei suoi elementi, il tubercolo diventa autonomo. Solo di rado, e segnatamente in alcune infezioni sviluppatesi sul *Mesembryanthemum* ci è accaduto di osservare un ingrossamento di questo tratto intermedio delle radicelle; e la struttura che assumono tali cordoni di connessione

tra il tubercolo e la pianta madre è già stato descritto anteriormente da noi.

La fig. 4 Tav. II rappresenta appunto la sezione di uno di questi giovani tubercoli nella cui parte centrale si vedono confluire i sistemi di fasci in via di sviluppo della radicella madre dell'austorio e del giovane rizoma.

In casi più rari l'innesto della radicella avviene direttamente per la sua estremità: ed allora essa si piega ad arco contro la radice oste: il cono perforante si origina direttamente a spese del meristema apicale; e sul lato convesso della radice e negli strati profondi del parenchima si costituisce un nuovo meristema apicale dal quale deriva il primo germoglio del *Cynomorium.*

Questo caso è più raro, probabilmente, perchè lo stimolo esercitato dalla radice oste si trasmette alle parti attive della radicella con maggior difficoltà attraverso la robusta pileorizza che la ricopre.

Il tubercolo può restare in questa fase un tempo più o meno lungo e raggiungere delle dimensioni che oscillano da una grossa capocchia di spillo alla grossezza di un dito mignolo. La fig. 6, *abb'c* della Tav. I rappresenta appunto alcuni di questi tubercoli al momento in cui entrano nella fase ulteriore e, come si vede, anche la loro forma è molto variabile.

Non è raro il caso che sopravvenga a questo punto una pausa molto prolungata nello sviluppo ed il tubercolo può rivestirsi di una corazza di tessuto protettore che può raggiungere e superare in ispessore il diametro delle parti vive e profonde. Essa prende origine per le attive segmentazioni pericline degli strati periferici, quantunque neppure in questo caso gli elementi suberificati assumano la regolare disposizione del vero tessuto suberoso, e le cellule generatrici si ordinino in un vero e proprio fellogeno.

Costituzione del germoglio.

Sulla costituzione del germoglio la letteratura ci offre pochi dati sicuri, i quali si può dire , risalgono tutti alle osservazioni dell' Eichler.

Viene generalmente ammesso che il germoglio del *Cynomorium* sia di origine endogena. Difatti Engler (17 p. 250) dice che l' infiorescenza è *ohne Scheide am Grunde*, ed il Van Tiegem chiama d' origine esogena l' infiorescenza (44 p. 295), ed assegna a questo fatto un grande valore per separare il *Cynomorium* dalle Balanoforee; e l' Eichler (13 p. 151 e 15 p. 315 a 16) insiste sull' assenza della volva così caratteristica nelle Balanoforee. Che il *Cynomorium* si allontani dalle Balanoforee per molti caratteri fiorali , è un fatto oramai assodato; ma che se ne allontani per l'assenza della volva non è sostenibile; poichè difatti una semplice ispezione alla fig. 6ª Tav. I , ci farà riconoscere appunto quest' organo singolare.

Il non averlo avvertito gli autori sopracitati e l' Eichler in ispecie, le cui osservazioni a quanto sembra gli altri hanno accettato senza ulteriore controllo, dipende probabilmente dal non aver essi avuto a loro disposizione delle fasi giovanili, e siccome la volva, salvo rare eccezioni, è poco sviluppata e di effimera durata, ne hanno concluso in favore della sua mancanza.

Lo stesso Martelli, che pure ha compreso così bene l' ufficio delle radichette-tubercoli , e che ha veduto l' estremità della radichetta allungarsi dopo avvenuto l' innesto sulla radice oste , giunge alla conclusione che quest' allungamento avviene per compiere un' altra fissazione e che in seguito il cono vegetativo perde la pileoriza e si esaurisce (34, pag. 104).

Le cose stanno ben altrimenti poichè a simiglianza di quanto avviene per la *Neottia* e per la l'*Anthurium longifolium* (20 p. 647) il meristema apicale della radicella non si esaurisce, ma si trasforma direttamente in quello apicale del caule.

A misura che il tubercolo ingrossa il meristema apicale, come abbiamo detto, si allarga, e finisce col formare all' estremità del tubercolo una larga fascia di minute cellule meristemali, grossamente nucleate ed interamente coperte da una robusta pileorizza a molti piani cellulari ricchi di amido. Tra questa e la fascia o zona meristemale non esiste dapprima una linea netta e marcata di confine, ma gli elementi passano insensibilmente dal tipo meristemale a quello di cellule adulte (Tav. III fig. 12-14).

Ad un dato momento però le segmentazioni pericline rinnovanti la pileorizza, sembrano arrestarsi, ed allora per l'aumentare di volume delle cellule ultime formate, che non vengono più respinte all' esterno da altre successive, si costituisce una linea marcata di delimitazione tra la calotta meristemale e la pileorizza sovrapposta (Tav. I fig. 8 l. c.), linea di confine che, a somiglianza di quanto il Kock ha osservato nelle *Orobanche* (l. c. p. 128), ha un decorso dapprima irregolare e spezzato. Le cellule della pileorizza, poste a questo confine non tardano ad acquistare un aspetto brillante tutto particolare nelle loro membrane, e quindi un poco alla volta si distaccano l' una dall' altra e dalle sottostanti progressivamente in numero sempre maggiore, in modo da originare attorno al meristema una sottile fenditura (Tavola I, fig. 9 *cav.*); i cui primi accenni possono mostrarsi ora allo zenit della calotta meristemale, ora alquanto di lato. Il risultato è identico in ambedue i casi, poichè la fenditura si allarga verso la base del cono meristemale ed il processo si estende un poco alla volta anche ai piani profondi della pileorizza, in modo che alla fine il meristema viene a trovarsi in un' ampia camera, nella quale cadono e si disciolgono le cellule della pileorizza a misura che vanno dissociandosi l' una dall' altra. (Tav. II fig. 9).

Il meristema apicale cresce e s' allunga in seno a questa camera, che potrebbe anche chiamarsi camera di sviluppo, assumendo progressivamente la forma di un cono più affilato, ed un assetto più regolare delle sue cellule.

Dei varii piani meristemali (non distinguibili sino a questo

momento) il dermatogeno si caratterizza pel primo; e per un certo tempo ricopre una massa uniforme di tessuto embrionale.

Alquanto più tardi anche gli elementi periferici di questo tessuto si dispongono in alcuni piani regolarmente decorrenti sotto il dermatogeno, in quanto che gli elementi di ciascun piano alternano regolarmente con quelli del piano più superficiale e profondo: hanno presso a poco dimensioni uguali e le pareti laterali situate in direzione normale alla superficie dell'organo. (Tav. I fig. 5). La massa centrale del parenchima meristemale non lascia riconoscere in alcun tempo una regolare disposizione.

Possiamo quindi riconoscere in questo meristema un dermatogeno, un periblema ed un pleroma (Tav. I fig. 5, Tav. III fig. 7) nel senso per altro che attribuisce loro (e segnatamente a quest' ultimo termine) il Koch (31 bis p. 401 e seg.) in quanto che il pleroma non è qui altro che il giovane midollo. In esso infatti le segmentazioni van diventando più rare e le cellule tendono di preferenza ad aumentar di volume: e contro di esse vengono a terminare le serie cellulari della massa centrale del parenchima del giovane organo.

Non é però raro il caso che anche in seno a questa massa di pleroma possano costituirsi, in seguito a ripetute segmentazioni longitudinali di singoli gruppi di elementi, dei fasci procambiali sopranumerarii: ma l' incostanza colla quale il fenomeno si presenta ci fa ritenere che si tratti di vere e proprie anomalie che trovano la loro ragione d'essere nella incompleta differenziazione morfologica dei varii organi della pianta in quistione.

Anche le prime foglie si costituiscono in seno alla cavità di sviluppo sopra indicato, e ad un' epoca molto variabile.

Talvolta i primi abbozzi fogliari sono già evidenti in forma di marcate protuberanze (Tav. I fig. 8 *mf)* sui lati del meristema, prima ancora che esso abbia raggiunta la conformazione sua propria e la cavità protettrice si sia formata. Sono quindi per così dire contemporanee ad esso e poichè in questa fase il meristema non presenta ancora una regolare disposizione

nei suoi elementi e non vi sono cioè riconoscibili strati distinti, neppure è possibile riconoscere per tali foglie alcun gruppo particolare di istogeni.

Altre volte la loro formazione è molto più tardiva, e si inizia soltanto dopo che il cono ha acquistato il suo aspetto normale : ed in questo caso concorrono a formarle oltre al dermatogeno, alcuni elementi dello strato meristemale subepidermico. (Tavola II, fig. 5 *if*). Le prime squame formatesi in seno alla volva, se così ora vogliamo chiamare coll' Eichler la parete di questa camera di sviluppo, sono più brevi e più spesse delle consecutive, in quanto che, comprendono un numero molto grande di strati cellulari, ma non si differenzia in esse alcun accenno di fascio vascolare.

Posteriormente gli inizii fogliari si succedono e si sovrappongono gli uni agli altri ed il germoglio col suo rapido allungarsi forza la parete superiore della volva oramai divenuta sottile ed esce all' aperto.

Nei giovani individui i brandelli della volva sono perfettamente riconoscibili alla base del rizoma (Tav. I fig. 6 *v*) ; ma finiscono col perdersi di buon' ora in seguito al loro avvizzire; ed al disquamarsi, ed al continuo rinnovarsi degli strati periferici del rizoma e del tubero.

Non è quindi esatto il dire coll' Engler che l' infiorescenza è priva di volva alla base : la volva esiste in effetto come nelle Balanoforee quantunque essa sia meno voluminosa e robusta.

Nelle Balanoforee alla fase del tubercolo succede direttamente la formazione dell' infiorescenza senza che lo spadice fiorifero si allunghi per qualche tempo nel suolo in un rizoma più o meno lungo: qui nel *Cynomorium* la fase di tubercolo, così appariscente nelle Balanoforee, è molto più ridotta, e quasi per compensazione sostituita da un caule rizomatoso allungantesi un certo tratto orizzontalmente per la sua estremità prima di sollevarsi in alto e terminare nell' infiorescenza. Le differenze quindi che sotto questo punto di vista più d'un morfologo ha trovato di fronte alle Balano-

foree vengono a perdere della importanza loro assegnata, poichè si tratta in ultima analisi di una variazione concernente semplicemente la maggiore o minore lunghezza e il decorso più o meno orizzontale del tratto inferiore della infiorescenza. Il *Cynomorium* stesso offre non rari esempi di infiorescenze sviluppantesi direttamente dal tubercolo senza l'intermediario del rizoma: è sufficiente per convincersene dare un occhiata alla nota figura d'insieme del Weddell (l. c. Tav. I). Il fatto diventa per così dire abituale tutte le volte che la ceppaia di *Cynomorium* si sviluppi su radici poco profonde.

Qualora l'individuo così formatosi porti un solo scapo fiorifero, la parte del tubercolo situata al disotto dell' austorio primario si allunga lentamente in rizoma ed andrà a terminare nell' infiorescenza senz' altro; ma di regola ogni ceppo di *Cynomorium* porta numerosi rizomi ed infiorescenze, i quali hanno origine endogena anch' essi.

E cioè: in varii punti del tubercolo, ma ad una discreta profondità, ora in contatto coi fasci procambiali sopracitati, ora alquanto più alla periferia, e a quanto abbiamo potuto vedere, affatto indipendente da essi, si costituisce un certo numero di centri segmentativi, i quali finiscono con generare dei cumuli di cellule meristemali che si spingono verso l' esterno.

Essi sono sempre separati dalla superficie del tubercolo da almeno cinque piani di cellule vive: ed in seguito tale numero va per un certo tempo aumentando: perchè primo compito di questo meristema sembra esser quello di ricoprirsi di un robusto apparato protettore. Infatti mentre nelle più giovani fasi noi abbiamo trovato solo cinque o sei piani di cellule ricoprenti il focolare meristemale, nelle fasi più adulte ne abbiamo annoverati sino a quattordici.

Più tardi questo processo si arresta ed al di sopra di ogni meristema si costituisce, nella maniera sopradescritta, la camera di sviluppo.

Il processo può ripetersi un numero vario di volte ed il cep-

po di *Cynomorium* può presentare nei più forti esemplari fino a venti coni vegetativi distinti.

Non tutti però raggiungono un perfetto sviluppo: molti restano afitroci e soffocati da quelli costituitisi prima e più favoriti. Questi coni avventizii, che non prendono origine dal cono primitivo della radicella, si formano per lo più dopo che il primo ha raggiunto un certo sviluppo; ma altre volte si distinguono già chiaramente in una fase anteriore, prima ancora cioè che i fasci procambiali si sieno delineati in seno al tubercolo, il che potrebbe anche indicare che il rapporto tra due formazioni, segnalato più in alto, sia accidentale.

Ciò non deve sorprendere, poichè in fondo tutta la regione del tubercolo, eccezione fatta dei 5 o 6 piani di cellule superficiali, è, durante questo periodo, in una fase embrionale o molto prossima alla embrionale, ed è la sede di attivi processi di segmentazione che ne determinano, oltre alle neoformazioni sopraindicate, l' aumento in volume ed il rinnovamento dello strato corticale.

Sviluppo del Rizoma.

Noi abbiamo già veduto come col costituirsi del tubercolo, nella regione profonda del suo tratto interposto tra il meristema apicale della radice madre ed il giovane austorio, andassero formandosi alcuni fasci procambiali distinti ed avvolti da un parenchima fondamentale (Tav. II, fig. 6).

La loro formazione precede molte volte la costituzione delle foglie colle quali sembra che non sia in rapporto e terminano a poca distanza dal cono meristemale.

I fasci collaterali che derivano da essi presentano le vere trachee meglio conformate e più regolari della pianta e sono frequentemente, se non costantemente, ordinati in un' unica cerchia, quantunque tale disposizione venga non di rado mascherata dalle loro frequenti ondulazioni tanto in senso radiale che tan-

genziale. L' evoluzione dell' apice del rizoma viene abbastanza bene indicata dalle figure semischematiche 7-10 della Tav. III. La figura 7 in effetto rappresenta la sezione trasversa di un apice conico ancora racchiuso nella volva *(v)* e che ha già formato buon numero di foglie *(f)*. Il cono è a questo livello intieramente formato di un tessuto embrionale *(em)* uniforme il quale è esternamente limitato da un dermatogeno *(d)*.

Ad un livello alquanto più basso si nota al centro della sezione un gruppo di elementi alquanto più ampii nei quali le segmentazioni avvengono più lentamente in modo che il tessuto embrionale propriamente detto viene respinto verso la periferia; e ad un livello anche più basso (Tav. III fig. 8) anche il tessuto periferico del cono vegetativo passa a parenchimatico: cosicchè in questa fase si osserva dallo esterno verso l'interno un dermatogeno *(d)*, uno strato di parenchima che possiamo chiamare corticale *(cor)*, il quale a sua volta ricopre una larga zona di tessuto embrionale *(em)* al centro della quale troviamo le iniziali del midollo *(m)*.

Il periblema, che costituisce la zona meristemale più importante dal punto di vista delle formazioni alle quali darà origine, si è così scisso in due strati : uno periferico che passa allo stato di parenchima corticale : ed uno profondo che resta allo stato meristemale.

In una fase successiva all' orlo interno di questa fascia embrionale si costituiscono i primi fasci procambiali del rizoma (Tav. III fig. 9 *pr*) i quali di buon ora si rendono autonomi dalla cerchia embrionale che viene respinta ancora più all' esterno (Tav. III fig. 9 *em*). Talvolta, come fu già detto, anche in seno al giovane parenchima midollare si organizza anche un altro fascio procambiale indipendente da quelli ora accennati.

È quindi degno di nota qui il costituirsi o per meglio dire il conservarsi di una zona speciale di tessuto embrionale la quale diventa la sede di una singolare attività, e riconoscibile a ciò che i suoi elementi sono più minuti di quelli situati più all' esterno ed all' interno; a plasma più denso e nucleo più robusto.

Molto robusta in vicinanza del cono vegetativo essa va progressivamente assottigliandosi a misura che se ne allontana, e finisce coll' interrompersi riducendosi per un certo tratto a delle liste distinte, finchè finisce coll' esaurirsi del tutto.

Alla sua periferia esterna essa subisce una serie di segmentazioni pericline le quali concorrono a rinnovare il parenchima amilifero corticale (nel quale del resto le segmentazioni non si arrestano mai per intiero) a misura che i suoi strati più esterni si logorano e desquamano.

Anche le nuove cerchie fibrovascolari si costituiscono nel suo seno in direzione centrifuga. La figura 10 Tav. III rappresenta appunto in *pr''* una cerchia di fasci procambiali, situata più esternaménte alla prima, alcuni dei quali sono ancora contigui alla fascia embrionale ed altri se ne sono già separati per alcuni piani di parenchima che non si segmenta ulteriormente.

In taluni casi la costituzione del fascio procambiale è così rapida che non è possibile riconoscere nella massa degli elementi che lo compongono da quante e quali iniziali esso derivi (Tav. II fig. 3) ma altre volte, forse per la maggior lentezza del processo, la loro origine si può riferire ad alcune poche iniziali (tre o quattro) disposte in file tangenziali ed appartenenti quindi ad un medesimo piano. Esse ingrandiscono rapidamente, specialmente in senso radiale, spostando gli elementi vicini, e si segmentano due volte per tramezzi periclini , in modo da dare origine a tre cellule sovrapposte , delle quali l' interna diviene un' iniziale di xilema , l' esterna di floema e la mediana una cellula cambiale (Tav. III fig. 11, Tav. I fig. 3).

Questo comportamento ci vien rivelato chiaramente da quei casi nei quali le due cellule iniziali, esterna ed interna , si segmentano più attivamente e precocemente della mediana, le cui cellule figlie più voluminose ed a sezione rettangolare, separano i due gruppi derivate dalle altre (Tav. I fig. 3).

Altra volta non è riconoscibile una tale differenza di comportamento ed ogni ulteriore distinzione in seno al fascio pro-

cambiale ritorna possibile solo colla comparsa delle primane vascolari e floematiche ai due poli interno ed esterno (Tav. I, fig. 4, Tav. II fig. 3-4).

L' orientazione dei singoli fasci non è sempre costante rispetto all' asse della pianta ed è questa una delle precipue cause dell' anomalia di struttura del *Cynomorium*.

La figura 4 ad es. della tav. II illustra un caso tutt' altro che raro di un fascio fibrovascolare le cui primane vascolari e floematiche si sviluppano lateralmente e ravvicinate fra loro.

Lo sviluppo dei fasci procambiali è, come si è detto, centrifugo , cosicchè la zona generatrice si sposta gradualmente verso la superficie, ed a misura che i cordoni procambiali interni passano alla fase definitiva se ne costituiscono dei nuovi all'esterno.

Il parenchima interposto ai singoli fasci passa a sua volta allo stato di parenchima amilifero ed è quindi essenzialmente per la molteplice attività di questa zona generatrice, che il rizoma acquista le sue dimensioni normali.

Anche le radicelle si costituiscono in seno a questa zona generatrice più all' esterno dei fasci procambiali. In certi casi esse sembrano formarsi dalla regione protofloematica di alcuni di questi similmente a quanto il Kock ha osservato per le *Orobanche* (l. c. p. 198) e si vedono allora per qualche tratto gli elementi della regione indicata presentare numerose segmentazioni pericline ed anticline, in modo da costituire dei focolari rizogeni, i quali protuberano verso l' esterno spingendo e sollevando i tessuti sovrapposti. Questi alla loro volta prendono parte alla costituzione delle radicelle col formare alcuni piani di cellule che si distendono regolarmente l' uno su l' altro sulla parte di meristema che ha origine procambiale (Tav. III fig. 10 e 15) e corrispondono, secondo noi, alla *coiffe* digestiva del Van Tieghem. Questo modo di origine del meristema radicale è alquanto diverso da quello conosciuto per la maggior parte delle radici secondarie ed avventizie: quivi infatti non ostante la loro precocità, queste radici sono tutt' altro che esogene , a differenza di

quello ad es. che fu osservato per il *Ficaria* e qualche *Nasturtium* (46 p. 407): ed inoltre non siamo mai riusciti a porre in evidenza un determinato numero di iniziali e di piani rizogeni.

Noi non abbiamo riconosciuto nella fase sopraindicata, ed in quelle consecutive periciclo, od endoderma, ma solo un cordone procambiale uniforme, i cui strati periferici concorrono alla formazione del nuovo cono radicale, il quale nelle sue fasi iniziali non presenta alcuna regolare disposizione, e lascerà riconoscere delle parti sufficientemente distinte solo più tardi.

Anche la *coiffe digestive* non prende origine dal solo piano parenchimatico in contatto col focolare rizogeno, ma da parecchi e sembra sotto questo rapporto comportarsi come nelle *Sterculie*, dove (44 p. 710) nasce dallo endoderma e da parecchi strati corticali più esterni.

Altre volte le radicelle si costituiscono sul margine della zona formatrice senza offrire alcun rapporto coi fasci procambiali. (Tav. III, fig. 10 *in*). L'area rizogena è quì molto ampia. Difatti nelle fasi più giovani conta nel suo diametro da sette ad otto cellule ed abbraccia in ispessore parecchi piani. L'andamento disordinato delle segmentazioni non permette neppure quì di distinguere un determinato numero di iniziali, ed è solo più tardi che, pel mantenersi più attive le segmentazioni nel centro dell'area rizogena e per il loro graduale indebolirsi verso la periferia, il focolare rizogeno prende la forma di una protuberanza conica spingentesi verso la superficie. Gli strati parenchimatici che lo ricoprono organizzano anche quì una *coiffe digestive* che respinge all'esterno i tessuti più superficiali.

In una fase più avanzata, a qualche distanza dall' apice, si forma un cordone procambiale assile, il quale s' innesta sul fascio od anche sui fasci vicini ed allora nel cono rizogeno è distinguibile una parte centrale ed una periferica, le quali mettono capo ad un gruppo di iniziali comuni. Anche a questo momento è riconoscibile già la formazione della pileorizza all'attivarsi di numerose segmentazioni pericline nella parte estrema del meri-

stema, ma una linea netta di confine fra *coiffe digestive* e pileoriza non è facile a stabilirsi ed allo stesso modo non è possibile stabilire un limite tra dermo-caliptrogeno e periblema.

Questo sviluppo delle radicelle ricorda molto davvicino quello delle radici avventizie sviluppantesi sui calli e segnatamente quello delle talee di *Achimenes:* quivi infatti da una o più iniziali deriva un meristema, i cui istogeni si caratterizzano e s' individualizzano solo in una fase posteriore e la cui connessione col fascio fibrovascolare è ugualmente molto tardiva.

La connessione tra il cono vegetativo radicellare ed i fasci procambiali vicini è, nel caso in cui il focolare rizogeno si sia costituito indipendentemente da questi, effettuata dalle interposte file di parenchima, le quali, segmentandosi con tramezzi paralleli alla linea di minima distanza tra il fascio od i fasci procambiali ed il focolare rizogeno più vicino, formano dei cordoni commissurali di procambio.

Il meristema iniziale così costituito un po' alla volta forza i tessuti corticali e viene all' aperto portando con sè la *coiffe digestive* e la pileoriza, che, siccome fu detto, non hanno offerto mai dei confini precisi.

La successione delle radicelle è abbastanza regolarmente acropeta e benchè sui rizomi adulti s'incontrino non di rado in mezzo a quelle lunghe, delle radicelle più brevi od anche appena affioranti, esse sono a considerarsi piuttosto come radici arrestatesi nello sviluppo che come organi di formazione tardiva.

Secondo il Martelli queste radici nascerebbero *seguendo una via a spirale non propriamente nelle ascelle delle brattee, ma a coppie una per parte di dette brattee*, ma noi non ci troviamo d'accordo con lui. La costituzione dei numerosi focolari rizogeni può avvenire ai lati e sopra e sotto la foglia nei più varii punti del rizoma: senza quindi una determinata posizione rispetto a questa: e possono anche formarsi sul corpo centrale, e segnatamente sui giovani tubercoli prima ancora che sia costituito sopra di essi un qualche germoglio. La fig. 7 *ab* Tav. I rappre-

senta appunto alcuni di tali tubercoli sviluppatisi sul *Mesembryanthemum*, i quali offrono già un certo numero di radicelle prima ancora che si fosse in essi costituita una qualunque camera di sviluppo (vennero all' uopo sezionati dopo trattone il disegno); e la Fig. 6 *c* Tav. I rappresenta un grosso tubercolo rivestito da numerose radicelle in tutto il suo tratto sprovvisto di foglie, mentre il giovane rizoma è ancora in atto di forzare la volva.

Evoluzione dell' austorio.

Noi abbiamo lasciato l'austorio alla sua fase iniziale, quando cioè ci presentava ancora la forma di un cono semplice ed appuntito diretto verso il centro della radice oste. In questa fase la sua estremità è occupata da un piccolo gruppo di cellule meristemali, le quali si aprono la strada attraverso gli strati superficiali del tubercolo e li schiacciano contro le sottoposte cellule dell' oste lentamente digerendole e dissolvendole. Ma più ancora che disciolte e digerite le cellule dell' oste vengono allontanate tra di loro, al quale fatto esse prendono parte attiva perchè sotto lo stimolo del parassita tendono ad arrotondarsi ed a rendere quindi meno intima la loro connessione. È soltanto quando il cono perforante è giunto ad appoggiarsi con la sua estremità contro un gruppo di elementi xilematici che il suo allungamento si arresta e che nel suo interno comincia a differenziarsi un cordone di tracheidi; per qualche tempo però questo cordone non si mette in contatto diretto con lo xilema dell' oste, le sue cellule frontali si allungano parallelamente alla massa legnosa strisciando alla sua superficie e segmentandosi attivamente. Si formano così delle protuberanze a forma di coni ottusi che si avanzano per la loro estremità, distaccando tra di loro gli elementi dell' oste ricchi di plasma. Contemporaneamente sui lati dell' austorio si vanno formando dai suoi piani cellulari periferici nuove protuberanze coniche che un poco alla volta si allungano in seno alla corteccia e

tra le singole cerchie vascolari della radice: e col crescere in ispessore di questa anche le singole protuberanze si rinforzano e si allargano. Così crescono i processi parenchimatici dello austorio, nel cui seno, come fu detto, solo di rado si organizzano cordoni di tracheidi : è solo quando l'austorio è divenuto molto robusto che i suoi elementi frontali distesi sullo xilema dell'oste passano finalmente a tracheidi, in modo che il cordone centrale tracheidico attraversa per intiero l'asse dell' austorio (Tav. III fig. 4 e 14) e che si ha una diretta connessione tra i xilemi dei due organismi.

Il Chatin ha veduto in questo cordone centrale un apparecchio di rinforzo dell' austorio e lo ha in effetto chiamato cono di rinforzo (l. c. 8-10); noi dubitiamo molto che esso abbia un simile ufficio: esso è più che altro un apparato destinato al trasporto delle materie alimentari assorbite; e neppure forma mai un cordone massiccio e compatto, poichè le sue tracheidi sono sempre intersecate da gruppi di parenchima, ricco di plasma, e nel quale le segmentazioni non cessano mai per intiero, di modo che anche per questa causa la compattezza degli elementi vascolari del suddetto cordone assile non viene ad essere mai molto notevole.

Più tardi nella parte superiore dell' austorio si delineano, nella massa del parenchima attorniante il cordone tracheidico assile, dei gruppi di floema, e tra quello e questi un cambio che offre una certa attività. Esso non forma però quasi mai una linea chiusa e continua o la forma soltanto per brevissimo tratto; perchè si scinde subito in tante falde distinte quanti sono i fasci fibrovascolari nei quali il fascio tracheidico centrale si spezza al suo passare nel corpo centrale.

La forma dell' austorio varia moltissimo durante questi fenomeni in rapporto principalmente alla robustezza dei singoli processi ramosi che si sono formati alla sua periferia : e quindi laddove questi per maggior ricchezza di materiali nutritivi son diventati più robusti e più ampii anche l' attività del cambio e del parenchima delle parti superiori dell' austorio e del corpo

centrale è più attiva e quindi l' organo diviene più robusto in una direzione piuttosto che in un'altra.

L' evoluzione del corpo centrale è anche più semplice di quello dell' austorio o per dir meglio più difficile a descriversi, poichè esso viene in effetto a perdere, date le sue limitate dimensioni, ogni autonomia e la sua forma, e la disposizione ed il numero dei fasci che l'attraversano e lo solcano in tutti i sensi saranno assolutamente dipendenti dal numero dei rizomi che porta, e che ha formato al suo interno nelle fasi precedenti del suo sviluppo; è quindi variabile da caso a caso, e da individuo ad individuo.

Riassumendo ora brevemente quanto fu sopra esposto noi crediamo di aver assodato nel corso delle nostre ricerche i seguenti fatti salienti:

I. Il rizoma del *Cynomorium* è percorso nel suo interno da una impalcatura di fasci fibrovascolari disposti in cerchie concentriche: ciascuno dei quali è un fascio collaterale aperto. I singoli fasci, esigui all'atto del loro costituirsi, ingrossano segnatamente per l' attività di un cambio intrafasciale. I fasci non hanno nè periciclo nè fleoterma.

II. Le foglie hanno struttura molto ridotta, ma sono costantemente percorse da un fascio fibrovascolare e si arrichiscono di stomi a misura che si avvicinano alla regione fiorifera.

III. Le radicelle sono costantemente semplici; appartengono al 4° tipo di struttura del Janczewski per quel che riguarda il loro meristema apicale, e sono attraversate da un cilindro assile non limitato da periciclo o da endodermide, ed a tipo spesso diarco o triarco.

I raggi xilemici radicali non compaiono affatto, o compaiono soltanto molto tardi ed oscuramente; ma i gruppi periferici di floema si differenziano di buon ora, e sul loro lato interno si organizzano delle striscie di cambio le quali nei vari casi di accrescimento secondario delle radicelle danno origine a legno e libro secondario alla maniera del caule.

IV. Il *Cynomorium* si moltiplica vegetativamente per rizotubercoli in linea principale ed anche per un tallo intermatricale in linea secondaria.

V. La formazione dei rizotubercoli ha luogo tutte le volte che una radicella incontra una radice oste; essa allora vi si fissa per un cono perforante ed il suo cono vegetativo diviene di regola il cono vegetativo del germoglio primario della nuova pianta.

VI. Il germoglio primario ha quindi origine endogena e viene all'aperto forzando i tessuti che lo ricoprono, in modo da potersi parlare qui di una vera e propria volva a simiglianza di quanto si verifica nelle Balanoforee. Anche i germogli secondarii che si costituiscono in gran numero sul corpo centrale, e più di rado e quasi eccezionalmente sui rizomi, hanno origine endogena in simile maniera.

VII. La importanza del tallo intermatricale è affatto secondaria: a lui spetta essenzialmente l'ufficio di costituire dei germogli di riparazione o sostituzione, specialmente quando la parte estramatricale del parassita vada a male per qualche circostanza speciale.

VIII. Ogni ceppo possiede di regola un solo austorio, il quale è suscettibile di progressivo ingrossamento e sul cui sistema fibrovascolare convergono tutti i fasci del parassita. Gli austorii sussidiarii sono a considerarsi come eccezioni e i pretesi tubercoli succiatoi non sono a considerarsi come organi adibiti all'assorbimento, ma hanno invece come funzione principale quella dell'assorbimento.

SPIEGAZIONE DELLE TAVOLE

Tavola I.

Fig. 1ª — Sezione attraverso un grosso fascio fibrovascolare: (*rm*) raggio midollare second., (*prfl*) primane floematiche, (*prx*) primane vascolari, (*vci*) vasi crivellati, (*c*) cambio, (*tr*) tracheidi secondarie, (*prm*) porzione estrema del raggio midollare secondario.

Fig. 2ª — Sezione attraverso uno stoma: (*sm*) semilunari, (*ep*) cellule epidermiche.

Fig. 3ª — Sezione attraverso un fascio procambiale: (*e*) iniziali del cambio, (*x*) dello xilema, (*fl*) del floema.

Fig. 4ª — Sezione attraverso un giovane fascio fibrovascolare: (*prx*) primane xilematiche, (*prfl*) primane floematiche, (*c*) cambio.

Fig. 5ª — Giovani rizotubercoli fissatisi su alcune radici di *Obione portulacoides*.

Fig. 6ª — Giovani rizotubercoli di diverse dimensioni ingranditi circa del doppio. Il cono di vegetazione del germoglio erompe dallo interno del tubercolo. La fig. 6 *c* rappresenta uno di questi tubercoli sviluppatosi sul *Mes. geniculiflorum* e che ha già emesse numerose radicelle: (*v*) volva, (*rc*) cono di vegetazione.

Fig. 7ª — Giovani tubercoli vestiti di radicelle prima dell' erompere del cono di vegetazione.

Fig. 8ª — Sezione attraverso il cono di vegetazione di un tubercolo in via di costituzione: (*p*) pileoriza, (l. c.) linea di confine tra questa ed il meristema, (*m*) mf. mammellone foliare.

Fig. 9ª — Sezione attraverso un tubercolo in una fase più avanzata: (*cav*) camera di sviluppo, (*p*) pileoriza, (*pr*) dermatogeno, (*m*) strati profondi del meristema, *mf.* mammellone foliare.

Fig. 10ª — Sezione attraverso il corpo centrale di un ceppo di *Cynomorium* semischematico e debolmente ingrandito, (*a*) i fasci sono distinti ed in una cerchia; (*b*), (*c*) e (*d*) rappresentano sezioni attraverso livelli successivamente più bassi che dimostrano il progressivo confluire dei fasci, (*trch*) tracheidi del parenchima midollare, (*cam*) cambio.

Tavola II.

Fig. 1ª — Sezione attraverso il cilindro assile di una radicella: (*ic*) iniziali cambiali; (*prfl*) primane floematiche, (*prf*) parenchima fondamentale.

Fig. 2ª — Sezione attraverso un'altra radicella a primane floematiche (*ic*) non disposte regolarmente.

Fig. 3ª — Giovane fascio fibrovascolare in cui si differenziano una primana floematica (*prfl*) ed una xilematica (*prx*).

Fig. 4ª — Giovane fascio fibrovascolare nella stessa fase della figura precedente: le primane sono laterali e non disposte lungo una linea radiale.

Fig. 5ª — Sezione longitudinale attraverso un meristema caulinare del germoglio: (*d*) dermatogeno, (*per*) periblema, (*pl'*) pleroma, (*if*) iniziali foliari.

Fig. 6ª — Sezione attraverso il tessuto profondo di un giovane rizoma nella quale si osserva la cerchia interna dei fasci proprii al punto (*fspr*) in via di differenziarsi.

Fig. 7ª — Sezione longitudinale attraverso un gruppo di primane floematiche di un rizotubercolo fissatosi sul *Mesemb.* (*ec*) vasi crivellati, (*c*) callo.

Fig. 8ª — Sezione trasversale di un fascio fibrovascolare di una radicella di *Cynom.* in via di inspessimento, (*tr*) tracheidi, (*oc*) vasi crivellati (*prfl*), primane floematiche, (*p*) par. perifasciale, (*c*) cambio.

Fig. 9ª — Sezione longitudinale attraverso un tubercolo col cono di vegetazione già costituito ma ancora chiuso nella camera di sviluppo: (*p*) pileoriza, (*mc*) meristema caulinare, (*mf*) mammellone foliare (*fpr*), foglie primitive.

Fig. 10ª — Sezione attraverso due radicelle con inspessimento secondario di una pianta di *Cynom.* parassita sul *Mesembryanthemum geniculiflorum* (*a*) la radicella à tre fasci, (*b*) ne ha uno solo.

Tavola III.

Fig. 1ª — Sezione attraverso la estremità d' un processo ramoso di austorio di *Cynom.* corrente nella corteccia (*e*) di *Obione portulacoides* a poca di-

stanza dalla superficie: (*par*) tessuto del parassita, (*sup*) strato superficiale delle cellule dell' oste.

Fig. 2ª — Sezione attraverso una giovane protuberanza derivante dal tallo intermatricale: (*ti*) tessuto del parassita, (*prx*) processi ramosi dell'austorio che si insinuano nel tessuto dell'oste, (*c*) corteccia (*c*, *cén*) cilindro centrale della radice oste.

Fig. 3ª — Giovane austorio intieramente parenchimatico in atto di penetrare nel cilindro centrale di una radice di *Obione:* (*cp*) austorio, (*ca*) cellule apicali dell' austorio, (*stl*) strato limite tra i tessuti delle due piante, (*ob*) radice oste.

Fig. 4ª — Fase più avanzata del caso precedente: in seno al tubercolo si sono già differenziate le file di tracheidi dell' austorio, (*va*) e quelle della regione distale del tubercolo (*vr*).

Fig. 5ª — Linea di confine tra il tessuto dell' austorio e il tessuto della radice di *Obione portulacoides*, (*par*) tessuto del parassita, (*cf*) cellule frontali dell' austorio (*par*) libriforme, (*parm*) parenchima legnoso della radice di *Obione*, (*v*) vasi.

Fig. 6ª — Processo ramoso dell' austorio che si addentra nel corpo legnoso di un fascio di *Obione*. Le lettere come alla figura precedente.

Fig. 7-10ª — Sezioni successive attraverso l' estremità vegetativa di un giovane rizotubercolo: (*v*) volva, (*f*) foglie, (*em*) tessuto embrionale, (*d*) dermatogeno, (*m*) midollo, (*cor*) corteccia, (*pr'*) fasci procambiali: della cerchia profonda (*pr*) delle cerchie consecutive, (*in*) iniziali radicali.

Fig. 11ª — Sezione attraverso un giovane fascio procambiale: (*if*) iniziali xilematiche, (*il*) iniziali liberiane, (*ic*) iniziali cambiali.

Fig. 12ª — Sezione attraverso un giovane tubercolo in via di fissarsi sopra una radice oste, (*a*) radice oste, (*ma*) meristema apicale della radicella, (*mau*) mer: dell' austorio, (*crp*) cilindro procambiale della radicella, (*crp'*) cordoni iniziali procambiali dell' austorio e del corpo centrale in via di sviluppo.

Fig. 13ª — Fase più avanzata della precedente: le lettere come alla figura precedente; (*crp''*) cordoni procambiali iniziali del rizoma.

Fig. 14ª — Fase anche più avanzata: le lettere come nella figura precedente: i fasci dalla fase procambiale passano a quelle di tessuto definitivo, il cilindro assile dell'austorio è gia costituito e l'austorio (*au*) va ramificandosi.

Fig. 15ª — Sezione attraverso un focolare rizogeno in via di sviluppo: (*aa*) cellule in attiva segmentazione che protuberano verso l' esterno e son ricoperti da strati corticali tendenti a disporsi in zone sovrapposte, (*bb*) cellule corticali periferiche.

Fig. 16[a] — Sezione attraverso una giovane radicella erompente dalla corteccia del rizoma, (*in*) iniziali comuni, (*cal*) caliptra, (*str*) dermatogeno, (*b*) cellule della corteccia del rizoma.

PUBBLICAZIONI CONSULTATE E CITATE

1. **Arcangeli G.** Studii sul *Cytinus Hypocistus* — Atti del Congresso internazionale ecc. Firenze 1876 p. 155.
2. **id.** Sulla cultura del *Cynomor. coccineum.* — Bull. soc. Bot. It. 1892, p. 127.
3. **Avetta C.** Contribuzione allo studio delle anomalie di struttura nelle radici dellé Dicot. — Ann. Ist. bot. Roma, vol. III, p. 91.
4. **Baccarini e Cannarella.** Sulla struttura e biologia del *Cyn. coccineum* Nota prel. in R. A. Lincei. Vol. VIII, 1° sem., ser. V, Marzo 1899.
5. **Beccari.** Illustrazione di nuove specie di piante Bornensi — Nuovo giornale Botanico Vol. I, 1869 p. 65.
6. **Caruel.** Sulla organogenia fiorale del *Cynom.* — Atti Congresso intern. botan. Firenze 1876, p. 78.
7. **Chhatin.** De l'Anatomie des Balanophorées considerée dans les caractères qu'elle fournit pour la classification de ces plantes. Comptes Rendus 1864 Vol. 59 p. 68.
8. **id.** De l' appareil special de nutrition des éspèces parasites phanerog. Comptes Rendus 1879, Prem. sem. p. 108.
9. **id.** Sur l' existence d' un appareil prehenseur ecc. ibidem Prem. sem. 1879 p. 261.
10. **id.** Contrib. à la biologie des plantes paras.— Comp. Rendus 1891 Prem. sem. p. 599.
11. **id.** Anat. compar. des végét. Vol. II Ordre des Balanoph. pag. 520 e seg.
12. **De Bary.** Vergleich. anat. der vegetag. org. — Leipzig, 1877 p. 261.
13. **Eichler.** Sur la structure de la fleur femelle de quelques Balanoph. — Act. du Congr. inter. de Bot. Paris 1867.
14. **id.** Martius Flora brasiliensis — Balanoph. — Vol. IV pars. II.

15. **Eichler.** Lathrophitum ein neues Balanoph. — Botan. Zeit. N° 32 e seg. p. 513.
16. **id.** De Candolle Prodromus — Balanoph. — Vol. XVII p. 147.
17. **Engler A.** Die natur. Pflanzenfam. III Theil I Halfte — Balanophor.— p. 243.
18. **id.** Syllabus der Pflanzenfam. — Erste auflage Berlin 1892.
19. **id.** » » » Zweite auflage » 1898.
19 (bis). **Flahault Ch.** Recherches rev. l' accroissement terminal de la racine chez les phanerogames. — Paris (Masson editeur) 1878.
20. **Goebel K.** Ueber Wurzelsprosse von Anthurium longifolium.—Bot. Zeit. 1878 N° 41 p. 645.
21. **Goeppert H. R.** Ueber den bau der Balanoph. — Acta Accad. Nat. curios Breslau und Bonn 1841 p. 229.
22. **Granel.** Sur l'orig. des suçoirs de quelq. Phaner. Parass.—Bull. de la Soc. bot. de France XXXIV p. 313.
23. **Griffith.** On the Indian species of Balanophor. — The Trans. of the Linn. Society London MCCCLI.
23 (bis). **Haberlandt.** Physiol pflanzenant. — Zweite Auflage 18 p.
24. **Hansen.** Ueber adventiventivbildungen.—Abhandl. Senk. natur Gesellsch. XII 1880.
25. **Heinricher E.** Biolog. studien an der Gattung Lathraea.—Ber deut. bot. Gesell. 1893 Hef. I p.
26. **id.** Die Keimung von Lathraea — ibidem. Bd. XII p. (118).
27. **id.** Nahig. uber die Keimung. — ibidem Bd. XVI p. 2.
28. **Hoffmeister.** Osservazioni sui processi verbali del Congresso inter. di Firenze. — Atti del Congresso Firenze 1896. p. 41-43.
29. **Hooker S. D.** On the structure and affin. of Balanophoreae. — Trans. aof the Linnean Society Vol. XX 1851.
30. **Koch L.** Untersuchungen ueber die entwick. der Orobanchen.— Ber deut. Bot. Gesell. 1883 Heft. 4 p.
31. **id.** Die entwicklungsgeschichte der Orobanche. — Heidelberg 1887.
31 (bis). **id.** Die vegetative Verzweigung. der höehren Gewachse.— Pringsheim Jahrbucher Vol. XXV p. 380.
32. **Kruch O.** I fasci midollari delle Cichoracee. — Ann. Ist. Botanico Roma Vol. IV 1889-90.
33. **Leclerc du Sablon.** Sur les organes d'absorbpt. des plantes paras.— Ann. Sc. Nat. 7ª serie, Vol. VI p. 96.
34. **Martelli U.** Parassitismo e modo di riprodursi del *Cyn. coccineum.*— Malpighia Vol. V p. 96 e seg.

35. **Martelli U.** Riproduzione agamica del *Cyn. coccineum.* — Bull. soc. Bot. it. 1892 p. 97.

36. **Martius.** Ueber die Veget. der unect. und ect. parass.— Arch. der Kgl. bair. Acad. Bd. 14 p. 343, (non veduta direttamente).

37. **Meyen.** (non veduta dirづettamente: ma nei riassunti Ungher, Solms, Beccari ecc.)

38. **Pirotta R. e Longo.** Sulla presenza e sulla forma degli stomi del *Cyn. coccineum* — Atti Lincei Vol. VIII 1899 5 Febbraio.

39. **Solms Laubach.** Ueber den Bau und die Entw. der Ernähr. — Prings Jahrb. VI 1867-68 p. 509.

40. **id.** Ueber den Callus vom Pilostiles.— Botan. Zeit. Vol. 32 N° 45 p. 49.

41. **id.** Ueber den Bau der samen von Balanoph. — Bot. Zeit. 1874 N° 22-25.

42. **id.** Das Haustorium der Loranthaceen.— Halle 1875 Abhandl. der naturf. Gesellschafft Bd. XIII Heff. III.

43. **Ungher D.r F.** Beitrage zur Kenntniss der Parasitischen Pflanzen.—Ann. Wien. museum. II 1840.

44. **Van Thieghem.** Traitè de Botanique Deux. ed. — Paris 1891.

45. **id.** Sur l' organisat. florale des Balanoph. — Bull. de la Soc. bot. de France Vol. XLIII 1896 p. 295.

46. **Van Thieghem et Douliot.** Recher. compar. sur l' origine des membres endog. dans les plantes. — Ann. Sc. Nat. Bal. Paris 1888.

47. **id.** Sur la Polystelie.—Ann. Sc. Nat. Ser. VIII Vol. III p. 275.

48. **Weddel H. A.** Consid. sur l'org. fem. des Balan.— Ann. Sc. Nat. III serie Vol. XIV.

49. **id.** Memoire sur le *Cyn. coccineum* — Archiv. du Mus. T. X 1860.

50. **id.** Osservazioni nei verbali degli Atti del congresso internazionale botanico tenuto in Firenze — Firenze 1876.

Fig. 1a.
prm
prfl
vci
vci
c
tr
rm
tr
prx
Fig 10
a
Fig 2a
ep
sm
Fig 7a
b
Fig 8.
lc

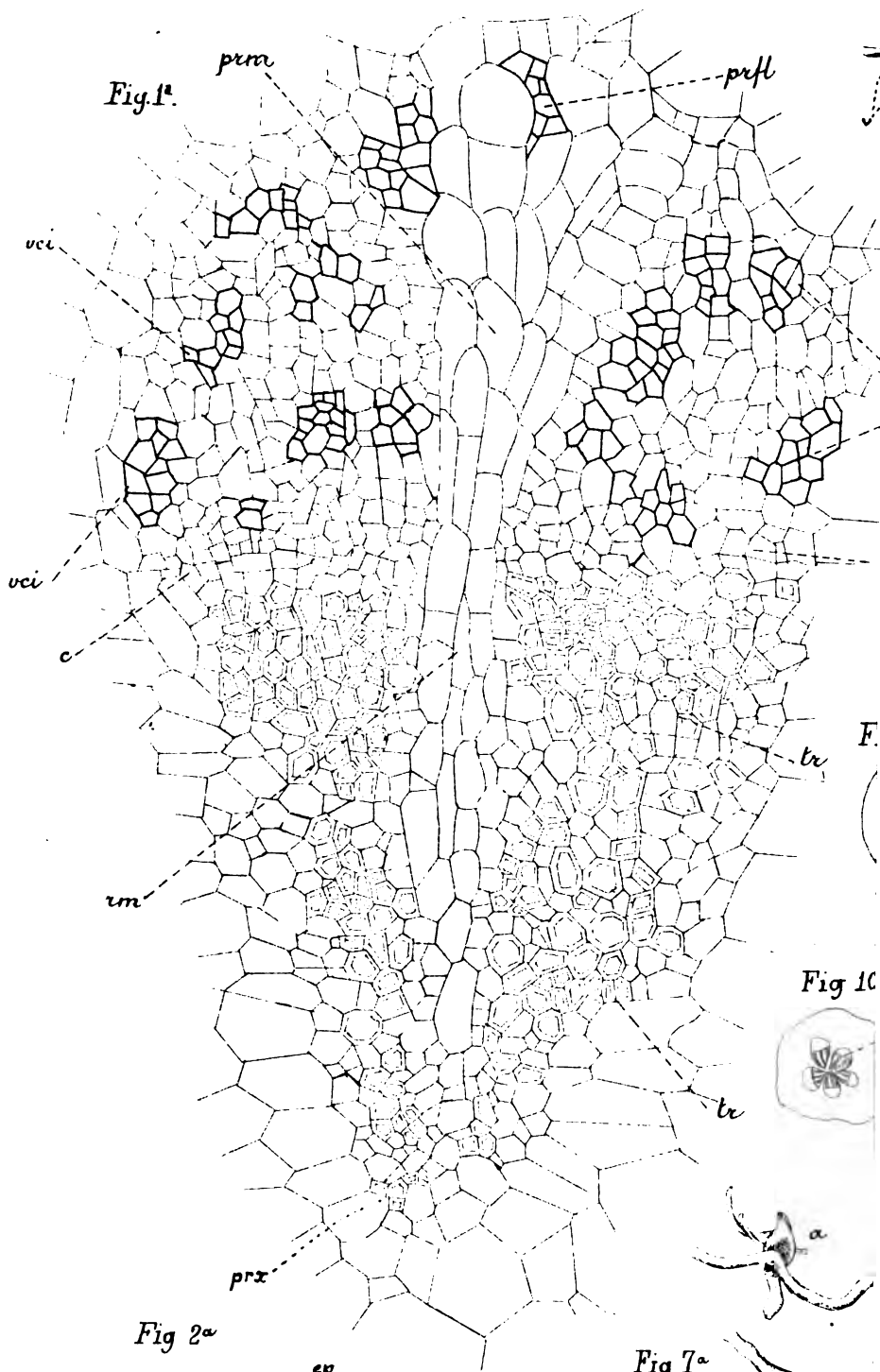
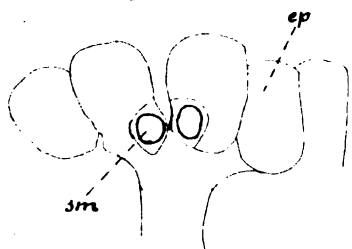
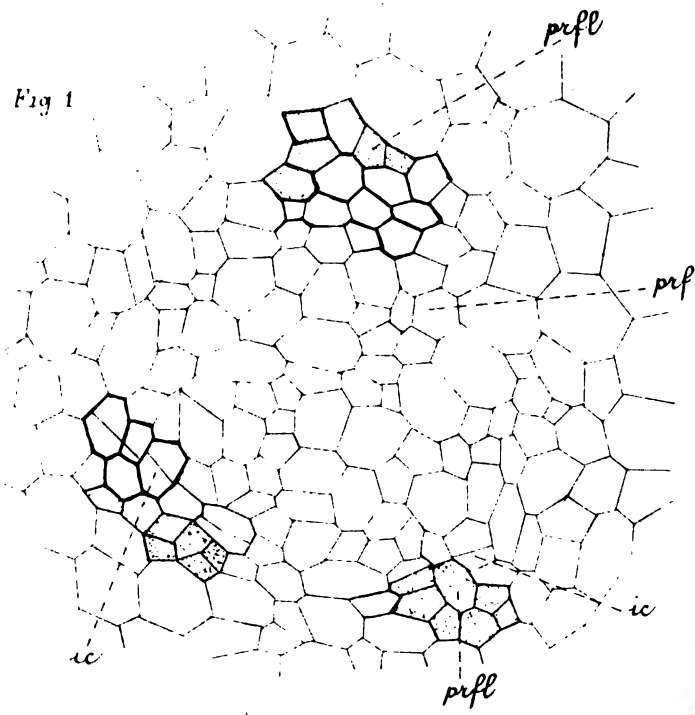
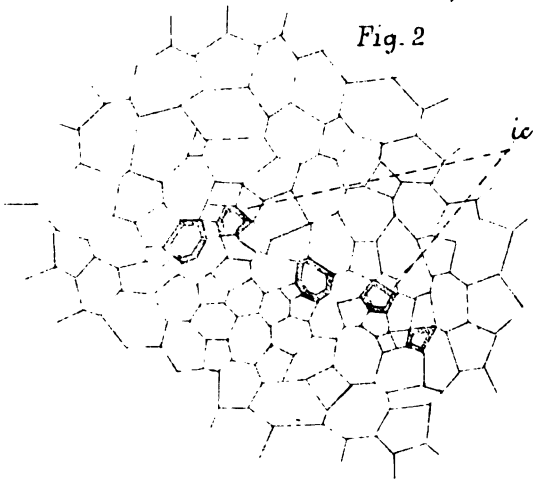
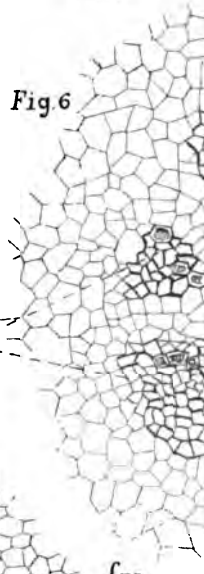
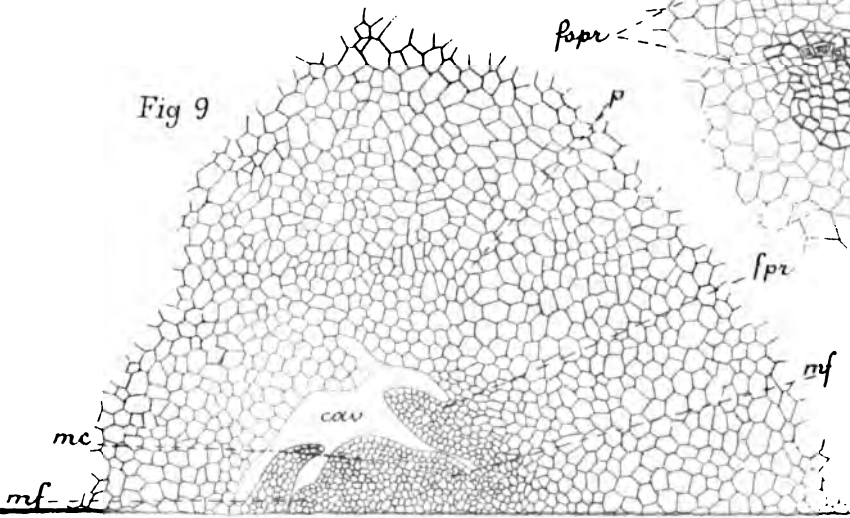
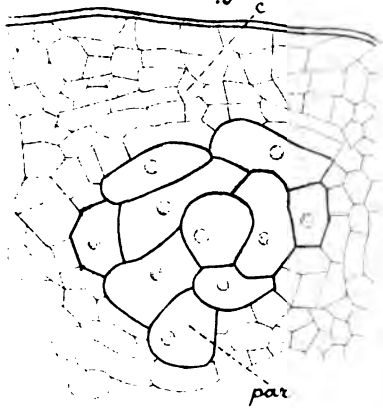
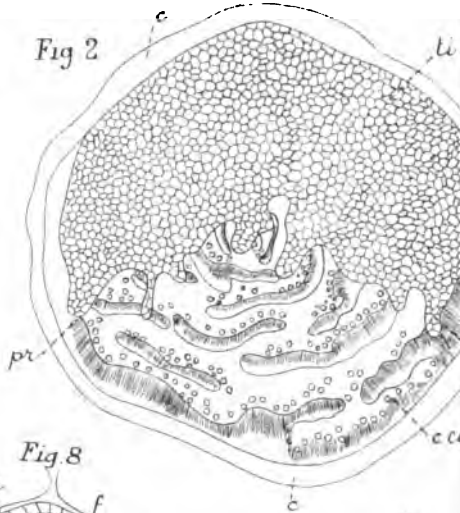
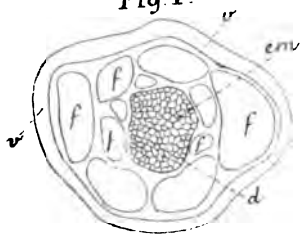
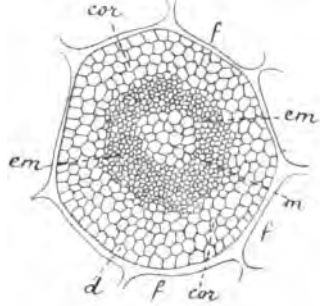
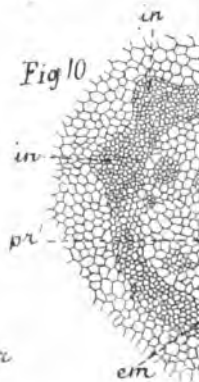
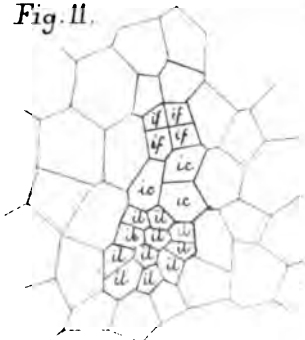
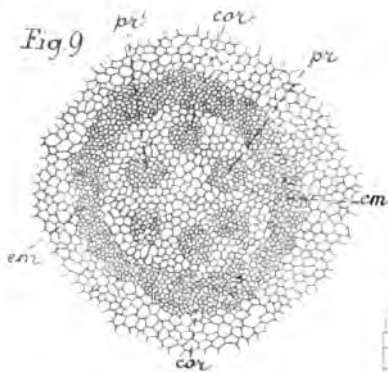
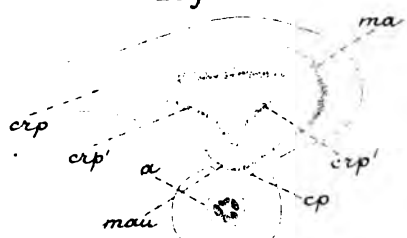
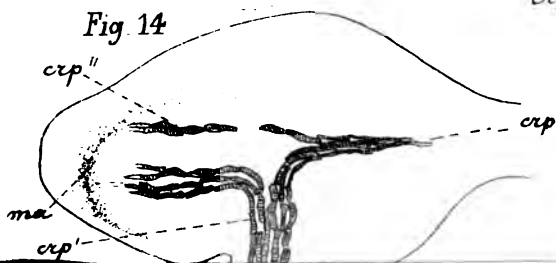
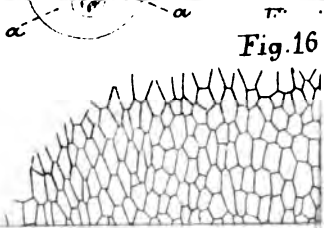



Fig 1
prfl
prf
ic
ic
prfl
Fig 3
prx
Fig
Fig 10 b
Fig. 2
ic
Fig. 6
fopr
Fig 9
p
fpr
mf
cav
mc
mf

Memoria XIX.

Intorno agli effetti morbosi degli Ixodidi sull' uomo.

Nuovo contributo

del Dott. MARIO RONSISVALLE

libero docente di Patologia speciale medica nella R. Università di Catania.

Non è questa la prima volta ch' io intrattengo questa illustre Accademia Gioenia su alcune osservazioni cliniche da me raccolte in Sicilia, segnatamente nelle provincie di Catania e di Siracusa, per dimostrare l'importanza, sotto il rapporto medico ed igienico, della puntura degli *Ixodidi* (Zecche), quando si attaccano alla cute umana. Difatti, ad affermare anche la priorità di questi miei studi, è bene ricordare, ch'io, fin dal 20 gennaio 1889, sostenni e discussi pubblicamente in un'adunanza di detta Accademia, contro l'opinione di taluni egregi soci e colleghi, e poi in una Nota preventiva, pubblicata in febbraio 1891, nel Bollettino mensile di essa: che gli *Ixodidi*, e talune specie in particolare, come lo *Kyalomma aegyptium L., l'Ixodes reduvius, il Rhipicephalus sanguineus, il Rhipicephalus annulatus* (Say), il *Dermacentor, l' Haemaphysalis punctata, ecc.;* quando si attaccano da parassiti sulle varie parti del corpo umano, specialmente su quelle provviste di peli, come le gambe, le cosce, l'addome, le inguinaje, i dintorni dell'ano, lo scroto, il petto, le ascelle, i lati del collo, il condotto uditivo esterno, possono produrre in certi casi, non solo fenomeni morbosi locali, caratterizzati da lesioni infiammatorie, edematose, suppurative, congiunte ad eruzioni di vescichette sierose; ma sì pure generali, cioè: febbre, piuttosto alta, accompagnata da grande prostrazione di forze, e talora da coma o da delirio, avente i caratteri d' una febbre da infezione.

Queste mie osservazioni, alle quali hanno fatto sèguito confermandole, quelle degli esimi dottori Carmelo Pisano da Lentini, Giuseppe Matarazzo da Carlentini ed Antonino Blandini da Palagonia, non che di altri colleghi, sono state tenute nella dovuta considerazione dai chiarissimi professori Giovanni Canestrini della Università di Padova, nella sua pregevolissima monografia: *Prospetto dell' Acorofauna Italiana* pag. 509, Padova, 1890; Pio Mingazzini dell' Università di Catania, nel suo lodato trattato di Zoologia medica, Roma, 1898; da *A. Railliet nel Traitè de Zoologie medicale et agricole, 2^e^ edition, Paris 1895; Raphael Blanchard* nel suo importante trattato: *Parasites Animaux*, inserito nel *Traité de Pathologie générale, 2^e^ vol. publié par Ch. Bouchard, Paris 1896*, e da altri; i quali hanno concordemente riconosciuto che le zecche, se non apportano generalmente accidenti consecutivi gravi, possono però in taluni casi apportarli, e forse anche mortali; secondo la loro specie, la natura del germe patogeno che inoculano, l'ambiente in cui vivono, massime, secondo il mio parere, se in luoghi malarici. E in proposito sono sempre ricordati i casi classici di Raymondaud (1), di Iohannessen (2), de Chillida (3), ed uno riportato dal Dott. G. Matarazzo in persona di Alfio Puglisi, contadino, di anni 35, da Carlentini, il quale in seguito a tre zecche riscontrate e tagliate dalla moglie di lui, una attorno all' ano, un'altra allo scroto, ed una terza alla parte superiore della coscia destra, queste produssero infiammazione e

---

(1) E. RAYMONDAUD, *Un chapitre à ajouter à l'histoire pathologique des affections parasitaires; esquisse monographique du genre Ixode, consideré dans les rapports avec la pathologie* — Journ. de la Soc. de méd. et de pharm. de la Haute-Vienne VIII, p. 129 et 161, 1884.

(2) A. JOHANNESSEN, *Acute Polyurie bei einem kinde nach dem Stiche eines Ixodes ricinus*— Archiv. für Kinderheilkunde, VI, p. 337, 1885.

(3) VICENTE CHILLIDA, *Un caso notable de enfermedad infecciosa ocasionada por la absorción de un virus ó ponzòna no descrito aur por los autores y terminado por la muerte*—Revista medico-farmacentica, V, p. 314 y 337, 1883.

È questa una importante osservazione autentica, fatta in persona d' un contadino, di anni 50, abitualmente di buona salute; in cui in seguito ad una puntura di zecca, sulla cute dell' addome, si svilupparono fenomeni morbosi gravi a forma adinamica, che terminarono con la morte.

linfangioite nelle dette località, con fenomeni generali adinamici gravi, e ad onta di essere stato curato coll' antisepsi locale, ed anche largamente coi preparati di chinina, se ne morì con sintomi di setticoemia.

Ora è opportuno premettere che la famiglia degli *Ixodidi*, che è stata oggetto di studi importanti da parte di eminenti zoologi (Mégnin, Berlese, Canestrini), comprende vari generi e specie: essi sono animali parassiti esterni dei vertebrati superiori, che possono attaccarsi principalmente ai bovini, al cane, al cignale, alle pecore, all' uomo ecc. Possono vivere anche in vita libera, ed allora si osservano nel trifoglio, nel fieno, nelle ristoppie, nella paglia e nei piccoli cespugli, a preferenza nei mesi di maggio, giugno e luglio; dove attendono i bestiami meriggianti e altri animali per invaderli con sicurezza d' impinzarsi d' una buona quantità di sangue, che è il loro cibo, il quale fa distendere il loro corpo in modo d' accrescerlo del triplo e del quadruplo di quello normale.

Per bene intendere come questi acari parassiti siano capaci di recare all' uomo effetti morbosi, dobbiamo accennare i principali loro caratteri generali, ed esaminare per poco l'apparecchio di succhiamento, di cui sono forniti, descritto e figurato da molti autori.

In quanto ai caratteri generali essi hanno, secondo il Canestrini: « palpi liberi, brevi, guainanti, composti di quattro arti« coli; mandibole terminate da una pseudochela, formata di due « dita, ambedue più o meno dentate, rivolte all' esterno, rive« stite di una guaina membranosa. Sotto di esse trovasi il dar« do rostrale, munito di denti alla sua faccia inferiore. Bocca « terminale. Esistono trachee; gli stimmi trovansi dietro le coscie « delle zampe del quarto pajo. Tegumento coriaceo, chitinoso, « assai elastico; il dorso ha uno scudo che nelle femmine non « ne copre che la porzione anteriore, mentre nei maschi copre « tutta o quasi tutta la superficie; talvolta esistono nei maschi « anche degli scudi ventrali, che alla femmina fanno sempre

« difetto. Gli occhi esistono o mancano. Le zampe sono com-
« poste di sei articoli e terminate da unghie e da una ventosa.
« Le femmine di alcuni generi possiedono alla faccia superiore
« del segmento cefalico due fovee cefaliche. Dimorfismo sessuale
« marcatissimo. Larve esapode, sfornite di stimmi. »

Quanto ai caratteri speciali mi fermo soltanto sull'apparecchio di succhiamento degli *Ixodes,* costituito, sotto alle mandibole, dal dardo rostrale, che è il vero organo di adesione di questi parassiti, e che viene infitto nella vittima più o meno profondamente; onde, se l'acaro viene staccato con violenza, il dardo si rompe, sovente rimanendo nella cute. La sua superficie inferiore (radula) è armata di denti rivolti in dietro, più o meno numerosi e disposti in un numero determinato di serie longitudinali. Il rostro s'incunea nella ferituccia e l'allarga, ed il sangue è attratto per un giuoco di succhiamento; e mentre esso si dirige all'orifizio esofageo, viene irrorato dalla secrezione delle glandule boccali o salivari, molto sviluppate, studiate principalmente da *Pagenstecher*, che chiama addirittura queste ghiandole: *Speichel-oder Giftdrüsen* (ossia salivari o velenifere).

Certo è che l'umore che segregano viene iniettato nella ferita prodotta dall'ixode, con introdurre il suo rostro nella spessezza dei tessuti della cute, e così inocula una sostanza irritante, flogogena, che contiene molto probabilmente microrganismi patogeni, come i piogeni, o qualche tossina, o agenti infettivi parassitari, capaci di provocare disturbi locali infiammatori, accompagnati talvolta da febbre alta con delirio o coma, avente tutti i caratteri di una febbre da infezione.

Ed ecco che oggi, a conferma di quanto sopra si è riferito, sta innanzi tutto l'evidente analogia della febbre del Texas, detta altrimenti malaria dei bovini, nella quale è stato dimostrato che le Zecche (*Boophilus bovis*, Riley) sono i propagatori od ospiti intermedi, pei detti animali, di parassiti molto affini a quelli della malaria, e che esse sono necessarie, perchè l'infezione si trasmetta. E d'altra parte è stato provato anche con fatti

sperimentali, che i parassiti malarici possono essere inoculati all' uomo dalla puntura di certe zanzare (culicidi) che vivono in luoghi di malaria, le quali alla loro volta infettano gli uomini non malarici. Onde è stata anche messa avanti l' opinione che l' infezione, determinata dalle Zecche nei bovini, notoriamente da questi acari inoculata, possa essere simile a quella che questi artropodi producono, quando si attaccano all' uomo.

Premesse queste conoscenze fondamentali, ritorno all' argomento, cioè: come le zecche possano produrre effetti morbosi locali e generali nell' uomo.

In Clinica si sono constatati, da più tempo, i fenomeni morbosi sopra cennati, differenti per sintomatologia ed intensità; che qualche superficiale osservatore o ha negati, od ha spiegato come fenomeni nervosi riflessi di niuna importanza.

In questi ultimi tempi, però, su strette ed imponenti analogie tra la malaria e la febbre del Texas, è stato riconosciuto, che questa è propagata dalle zecche, e che i parassiti malarici vivono e si riproducono sotto forme differenti negli uomini ed in peculiari ditteri (zanzare) o acari, succhiatori di sangue. Ed in proposito *Ross* crede che passino direttamente nelle loro glandole salivari, anche sotto forma di spore (sporozoiti), e che, accumulandosi nelle dette glandole salivari, ritornino all' uomo nell'atto della puntura. Tutto ciò conferma qnanto io, e prima di me il *Pagenstecher*, avevamo intuito e preveduto, cioè: che le glandole salivari degli *Ixodi*, specialmente quando questi vivono in luoghi palustri, possono con la loro puntura e colla loro secrezione salivare, trasmettere ed inoculare, non soltanto i germi del carbonchio, del tetano, dell'edema maligno, ma anche sporozoiti di parassiti, e dar luogo a febbri infettive gravi. Ciò è stato pure constatato nelle zanzare malariche, nelle quali si sono trovati raccolti entro le cellule delle glandole salivari, degli sporozoiti della malaria, o filamenti-germi, che vengono eliminati per i tuboli glandolari (Ross).

Ora se è stato provato che talune specie di zanzare di luo-

ghi malarici iniettano con la loro puntura i parassiti malarici; se certe specie di zecche inoculano ai bovini parassiti molto affini ai malarici—febbre del Texas—perchè non potrebbero alcune specie di zecche inoculare anch'esse, mercè la loro secrezione salivare, germi infettivi o parassitarii? Oggi molto più che si sono trovati i germi del *pyrosoma* nelle glandole salivari dei giovani *Rhipicephalus?* (Grassi).

Così si spiega come i parassiti malarici, anche sotto forma di spore provenienti dal suolo, si propaghino e si riproducano, sotto forme differenti, da certi artropodi all' uomo; e già si comincia a fare un po' di luce nella conoscenza del loro stadio libero e delle ulteriori loro fasi evolutive.

Vengo ora ad una sommaria descrizione delle osservazioni cliniche:

I. Sebastiano Furnò di Cirino, d' anni 43, di temperamento sanguigno, di forte costituzione, da Lentini, mentre accudiva al suo lavoro di mietitore, s' intese un giorno abbattuto di forze a segno che dovette smettere di lavorare, e fu costretto a ritornare a casa. Provò dapprima tendenza al vomito, indi vomito deciso, orripilazioni e brividi di freddo, tremore generale con elevazione di temperatura, insomma tutti i sintomi d'una febbre a forma grave. Fattosi osservare prima dalla moglie di lui, questa trovò sull'addome del marito, e precisamente verso la regione del colon trasverso, una zecca, che tagliò e vi unse sopra dell' olio di oliva. Chiamato a visitarlo il Dr. Carmelo Pisano, questi, nel punto ove erasi attaccata la zecca, osservò una piccola tumefazione dura e prominente, sulla quale fu fatto applicare un cataplasma di linseme. La febbre continuò e la tumefazione (o enfiato) andò crescendo da prendere le dimensioni di un grosso uovo di gallina. La febbre nelle ore serotine invadeva con freddo e rimetteva nel mattino con sudore. Nella località si formò un flemmone dal quale, inciso dal chirurgo, uscì per l'apertura una certa quantità di pus, e dopo 15 giorni di cura l' infermo si rimise in salute.

II. Un altro caso, presso che simile, fu osservato in un altro contadino a nome Alfio Sambasile di Vincenzo, da Lentini, che in seguito alla puntura d' una zecca allo scroto, si formò ivi una tumefazione infiammatoria, con esito in suppurazione, da simulare un grosso idrocele.

III. Un terzo caso assai più grave è quello osservato in Carlentini dallo egregio Dott. G. Matarazzo, e che, come sopra si disse, terminò con la morte.

IV. Il dott. Stoccada da Chioggia (nel Veneto) estrasse ad un individuo, che provava forte dolore e grave tumefazione alla cute di un' ascella, un acaro che, mandato per esame al prof. Canestrini, fu da costui accertato di essere lo *Hyalomma aegyptium*, Lin.

V. Un' altra recente osservazione è stata fatta dal Dott. Matarazzo in Carlentini, poche settimane addietro: Egli estrasse ad un contadino una zecca, della specie *Haemaphysalis*, addentrata nella cute del terzo superiore della gamba, poco sotto alla rotella, per la quale si sviluppò un' intensa dermatite accompagnata da flittene e da febbre. Sottoposto ad esatto metodo curativo guarì completamente. Raccolta la sierosità delle flittene, o vescichette sierose, si sono già fatti esperimenti sui conigli, con inoculazioni sottocutanee del detto siero, tuttora in corso di sperimentazione.

Si potrebbero riportare altri casi clinici, che per amore di brevità si tralasciano.

Ed ora, stabilito con sicurezza il punto di partenza delle ricerche, riesce agevole comprendere che gl' ixodi (zecche), secondo che sono digiuni o no, secondo i locali o terreni in cui vivono, come i malarici; secondo la natura dei microbi o germi parassitarii che inoculano nella ferituccia da loro prodotta nella cute umana, possono dar luogo o no a disturbi morbosi, sia locali, sia generali, non esclusi quelli suppurativi, o del carbonchio, o di altra infezione.

Riassumendo quanto ho sopra esposto, riserbandomi di continuare questi studii per risolvere il grave quesito se le zecche elaborino nelle loro ghiandole salivari qualche speciale tossina, o siano soltanto trasportatrici di germi morbosi provenienti dall' esterno, vengo alle seguenti conclusioni:

1. Esistono nelle campagne di Sicilia, specialmente nelle località paludose delle provincie di Catania e di Siracusa (Lentini, Carlentini, Francofonte, Palagonia, ecc.) degli ixodini, come l' *Hyalomma aegyptium*, *l' Ixodes reduvius*, il *Rhipicephalus sanguineus*, il *Rhipicephalus annulatus*, *l'Haemaphysalis punctata*, ecc.; i quali da parassiti si possono attaccare, massime nella stagione estiva, alla cute dell'uomo, e produrvi talvolta fatti morbosi locali infiammatorii, a forma erisipelatoide, con linfangioite, con esito talora in suppurazione; e che sogliono accompagnarsi talvolta a febbre alta, con grande abbattimento di forze dell' infermo, e talora con delirio o coma, da simulare le febbri gravi da infezione malarica.

2. Sebbene tuttora non sia molto chiarita la patogenesi di questi fatti morbosi, pure per evidente analogia tra certi parassiti simili ai malarici, inoculati dalle zecche ai bovini, febbre del Texas, è da ritenere che questi acari inoculano nella ferita agenti infettivi, o sporozoiti parassitari, per mezzo del secreto delle cellule delle loro ghiandole salivari, donde ne derivano i fenomeni morbosi di sopra cennati; che, mercè l'esame microscopico del sangue degli individui affetti, si potrebbe constatare e diagnosticare la natura della infezione.

Con questi studii, fondati sopra una diligente osservazione dei fatti clinici, rischiarati pure da un esame chimico, batteriologico e sperimentale dell'umore che dalle glandole salivari viene segregato dagli Ixodini, si potrebbe spargere molta luce sull'argomento che ci occupa. Nè solo da pochissimi esperimenti di laboratorio è permesso trarre illazioni contrarie ai numerosi fatti, che si svolgono nel grande laboratorio della natura.

Ond'io conchiudo: che le osservazioni cliniche raccolte dai miei egregi colleghi in Sicilia, ed alcune da me constatate, prima ancora degli studi di Smith, di Kilborne, di Manson e di Koch, ci avevano fatto intuire e prevedere che le zecche non sempre sono acari innocui; ma in certi luoghi, come i palustri, ed in date stagioni, come nella estivo-autunnale, possono apportare con la loro puntura effetti morbosi, anche gravi; e così viene confermato sempre più quel grande assioma: che in medicina bisogna in tutti i casi partire dalla osservazione clinica dei fatti per poi sempre ritornare a controllarli colla clinica, cui spetta il supremo e definitivo giudizio.

INDICE